MATEMÁTICA Y LÓGICA EN ALICIA EN EL PAÍS DE LAS MARAVILLAS

# MUY INTERESANTE

CHILE / EDICIÓN 28-12 / DICIEMBRE 2015

Al 2030
Chile ¿el más contaminante de la región?
#cumbredeparis
pág. 20



## Impresión 3D
Las nuevas aplicaciones



## Boutique para astronautas en el MIT



## Paleoescrituras
En busca del significado

"El espacio y la ciencia ficción se han convertido en el dialecto de nuestra era".– Doris Lessing.

# LA CIENCIA EN EL CINE DE FICCIÓN

Aventuras en el espacio, inteligencia artificial, robots, extraterrestres, máquinas increíbles y más

Animales sagrados
Su lugar en las religiones y culturas
pág. 24



muy INTERESANTE

# SUMARIO Año XXXII No. 12



## SECCIONES

Rosario Norte 555, Piso 18,
Las Condes, Santiago.
Teléfono: 2595 5000
muyinteresante@televisa.cl

**muy INTERESANTE**



## Carta editorial

# La guerra como estado permanente

Después de los atentados en París ocurridos el 14 de noviembre pesado, el papa Francisco advirtió sobre una tercera guerra mundial "por partes". Seguramente su argumento no se basaba solo en los acontecimientos de Francia, sino a este estado casi permanente de violencia al que ya nos estamos acostumbrando. Salvo muy pocos casos, entre las personas comunes y corrientes, existe repudio unánime ante la muerte de inocentes que pierden la vida por el solo hecho de haber nacido y vivir en determinado lugar, víctimas muy lejanas de quienes toman las decisiones.

Pocas horas antes de los atentados en París, en un barrio chií de Beirut, murieron más de 40 personas y sobre 200 quedaron heridas en un hecho que, por lo menos en Chile, casi no tuvo cobertura de los medios. En Siria la guerra civil ha cobrado miles de vidas y según cifras de las Naciones Unidas, existen más de cuatro millones de desplazados en un conflicto que pareciera tener cada vez más lejana la posiblidad de resolverse. En tanto, en la Franja de Gaza los atentados y ataques prácticamente no son informados en radio, TV y prensa escrita, porque quizá ya forman parte de la habitualidad y no sorprenden, a pesar de la cantidad de muertos, incluidos los cerca de 600 niños obviamente inocentes.

Está muy bien que los atentados en París sean primera plana en todo el mundo, como también lo deberían ser los otros conflictos, todos. Tal vez es la única forma de que no nos acostumbremos a la guerra y no se transforme en un estado permanente sin que nos demos cuenta.

Alejandra Miranda G.
Directora Editorial
*amiranda@televisa.cl*

No te pierdas en nuestra próxima edición

**Apocalipsis ecológico**

Búscala a partir del 6 de enero 2016

También síguenos en:



Facebook: **Muy Interesante Chile**
Fan page **revista.muyinteresante.chile**



Twitter: **@rmuyinteresante**











## La revista mensual para saber más de todo

Suscripciones: suscripciones@televisa.cl
Call Center: 6005955000 - 2 595 5000
Editorial Televisa Chile, Rosario Norte 555, Piso 18,
Las Condes, Santiago, Chile.

© MUY INTERESANTE. Marca Registrada. Año XXXII N° 28-12. Fecha de publicación: diciembre 2015. Revista mensual, editada y publicada por EDITORIAL TELEVISA CHILE, S.A., Rosario Norte 555, Piso 18, Las Condes, Santiago, Chile. Tel. (562) 2595-5000. Fax (562) 2595-5000 ext 6930, mediante convenio con EDITORIAL GYJ TELEVISA, S.A. DE C.V. Oficina de Redacción y Publicidad: Editorial Televisa Chile, S.A., Rosario Norte 555, Piso 18, Las Condes, Santiago, Chile. Tel. (562) 2595-5000. Fax (562) 2595-5000. Editor responsable: Javier Martínez Staines. Impresa para Chile por: Quad/Graphics Chile S.A., Av. Gladys Marín 6920, Estación Central Santiago de Chile, Chile. Tel: (562) 2440-5700. INFORMACIÓN SOBRE VENTAS: Editorial Televisa Chile, S.A., Rosario Norte 555, Piso 18, Las Condes, Santiago, Chile. Tel. (562) 2595-5000. Fax (562) 2595-5000. Distribuición y Servicios: META S.A., Av. Vicuña Mackenna N°. 1870, Ñuñoa, Santiago, Chile. Flete Aéreo: $290. Regiones: I, II, XI, XII y XV. Suscripciones: Tel: (562) 2595-5000, 6005955000; suscripciones@televisa.cl. www.televisa.cl. EDITORIAL TELEVISA CHILE, S.A. investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza con las ofertas relacionadas por los mismos. Prohibida su reproducción parcial o total.



ISSN 1665 – 3629.

EDITORIAL TELEVISA, S.A DE C.V.
COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA DE LICENCIAS









# Carta del mes




## Fanático de Muy Interesante

Me reconozco un fanático de sus variados temas desde hace 24 años y como nuestro hogar está conformado por seis adultos, disputamos quién la lee primero. Muy Interesante no brinda solo conocimiento, sino que contribuye a hacer más llevadera la existencia de los viejos, nos hace pensar en lo hermoso de la vida y la felicidad de tenerla . Aparte de entretenida es seria y amena, veraz en su información. Preciosos artículos sobre el hombre y su evolución en el tiempo, sobre el universo y astronomía en general. Para mí, a mis 82 años de vida, leer esta revista no es solo una distracción: su lectura es una satisfacción espiritual y un alimento cultural. ¡Felicitaciones! Extracto de la carta de **Sergio Mora M. de Osorno.**

## CARTAS DESTACADAS

M Hola, amigos de Muy Interesante, quiero felicitarlos por este hermoso trabajo de llevar el conocimiento y los avances de diferentes áreas de investigación a un lenguaje tan ameno y simple de comprender, lo que nos permite acercarnos aún más a estos temas con facilidad.
Desde niño que veía sus publicaciones en quioscos y ya siendo mayor empecé a conseguirlos a través de bibliotecas universitarias o con amigos, realmente el nombre de la revista no podía ser otro, ya que Muy Interesante no defraudará al lector novato y seguirá conquistando al lector más experimentado,ansioso de conseguir el nuevo número mensual. Gracias por cada publicación y llenar mis estanterías. **Marcelo Fabres F., Santiago.**

M Estimados Amigos: Les escribo en el sillón de mi living desde el cual tengo una vista maravillosa hacia la costa de Viña del Mar. Como buena lectora de libros quiero compartir con ustedes el gusto que me dio descubrir lo Muy Interesante y entretenida que es su revista,esto gracias a mi esposo que es un lector compulsivo de ustedes y que constantemente comparte con nuestra familia (tambien compra Muy Interesante Junior),ahora en mi biblioteca hay un espacio, un lugar en el que mis libros gustosamente comparten con ustedes. Gracias por lo entretenido, educativo, pedagógico y Muy Interesante. **Carolina Cabello Risco, Viña del Mar.**

M Hola, desde hace ya un tiempo, me suscribí a un diario regional no por el interés que tenía en mantener una visión actualizada del quehacer, sino porque como beneficio adjunto a esta suscripción, ofrecían elegir una revista a elección. Al apreciar que entre las ofrecidas se encontraba "Muy Interesante", no lo dudé y desde aquel día espero con ansias mes a mes para obtener este preciado "tesoro". La disfruto desde la portada, pues en cada edición siempre hay más de un artículo que me sorprende y en varias ocasiones me ha servido para aclarar diversas situaciones en alguna conversación especializada en algún tema y esta revista entrega muchas herramientas para aquilatar conocimientos en diversas materias. **José Marcelo Álvarez Bórquez, Valparaíso.**

# Ganadores

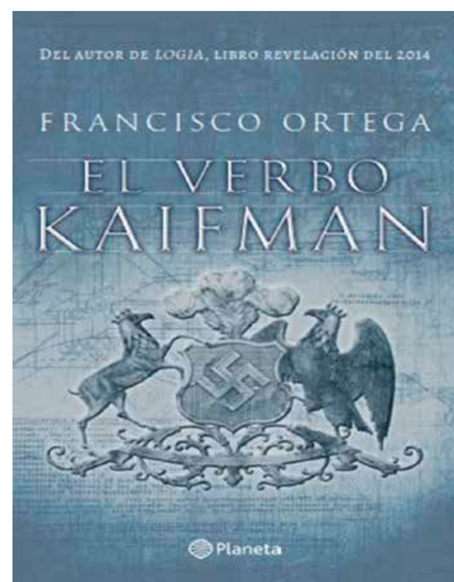
- La ganadora del perfume de hombre **The Secret** de Antonio Banderas es : **Karen Garrido Lagos**

- El ganador del destapador mural de **Kare** es: **José Antonio Millán Soto**

**¡Felicitaciones a los ganadores!**

# Escríbenos y gana

**"El verbo Kaifman", de Francisco Ortega (Planeta).**
'Logia' fue el libro revelación de 2014, éxito editorial sin precedentes en nuestro país que agotó tres ediciones en un par de meses. Este año el periodista, escritor, guionista y editor Francisco Ortega vuelve a sorprender con esta novela de investigación, precuela de su anterior libro y primera parte de la Trilogía de los Césares que culminará el próximo año con 'La catedral Antártica'. Conspiraciones relacionadas con la Alemania nazi, una hermandad medieval, los enigmas de la isla Friendship y manuscritos iniciáticos son los principales ingredientes de este relato emocionante, versión corregida y extendida de 'El número Kaifman', publicado en 2006. Es un imperdible para este verano, lectura apasionante que nos ubica en paisajes reconocibles.




## Tu opinión cuenta

Escribe a *muyinteresante@televisa.cl* o mándanos tus cartas a Rosario norte 555 piso 18, Edificio Neruda, Las Condes, Santiago.

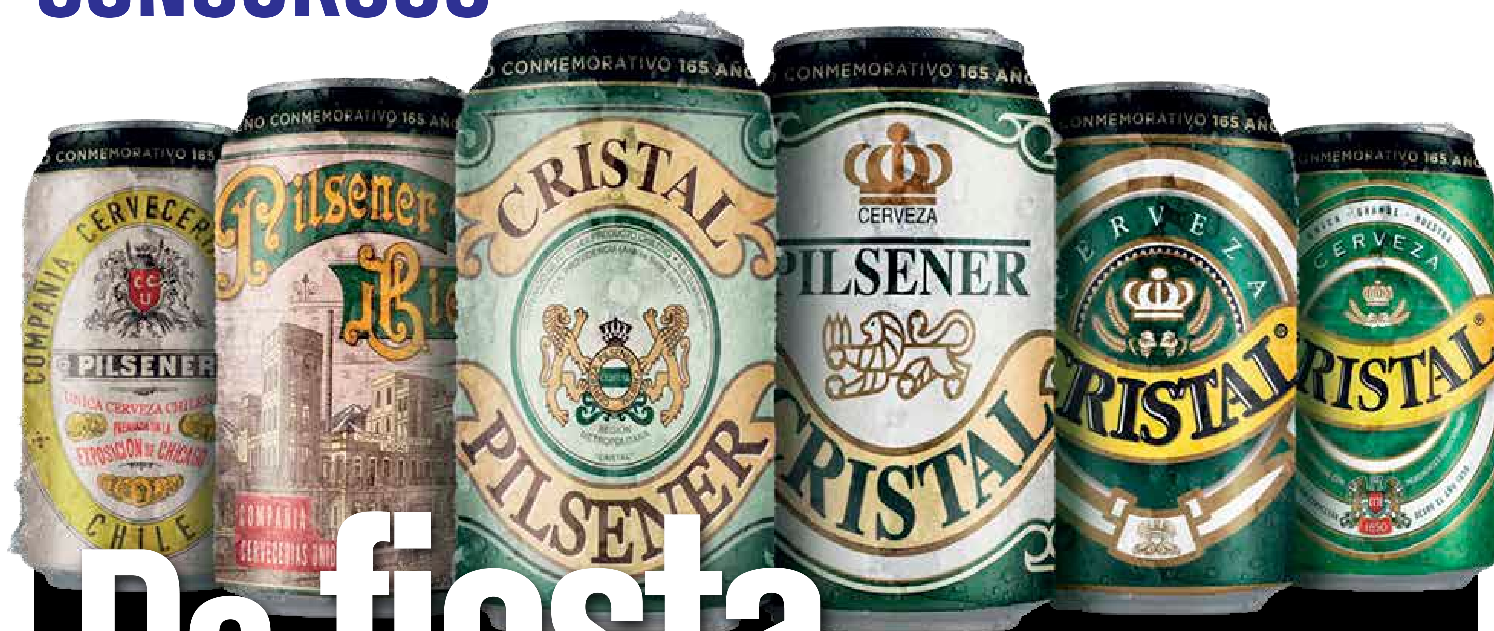
## ¿Cómo ganar "El verbo Kaifman"?

Escribiendo un correo a *muyinteresante@televisa.cl* o enviando una carta a Revista Muy Interesante: Rosario Norte 555, piso 18, Las Condes, Santiago, Chile. En cada edición destacaremos la carta, o e-mail más creativo, con un libro. Por eso es fundamental poner el nombre y dirección completo, RUT y los teléfonos de contacto.

## También síguenos en:


Twitter: **@rmuyinteresante**


Facebook: **Muy interesante chile**
Fan page: **revista.MuyInteresante.Chile**




# De fiesta

Celebrando nada menos que sus 165 años de existencia está **Cristal** y para eso realizaron una edición limitada que consta de seis diseños de las etiquetas históricas de esta conocida cerveza. Para que desde ya puedas sumarte a los festejos y tener tu propia colección, te invitamos a participar en nuestro concurso. Si resultas ganador podrás obtener una de las **cinco** cajas con las seis latas conmemorativas. Solo necesitas escribirnos un correo a **muyinteresante@televisa.cl** con el subject **"de fiesta"** más tus datos completos (nombre, dirección, ciudad, RUT y teléfonos de contacto). ***Participarán todos los correos recibidos hasta el cierre de la próxima edición que lleguen con los datos completos.**




# Es mi vida

Sí, cierto. Es su vida, pero como son personajes públicos alguien decidió llevarlas a un libro y mostrárselas a todo el que quiera conocer sus secretos, éxitos, derrotas y forma de ser en la intimidad. Nosotros nos hacemos cómplices de esto y te las regalamos. Tenemos **un pack** que consta de tres títulos: Una oveja negra al poder, confesiones e intimidad de Pepe Mujica; Cerati, la biografía, y Hacia el infinito, mi vida con Stephen Hawking. Si los quieres escríbenos un correo a **muyinteresante@televisa.cl** con el subject **"es mi vida"** más tus datos completos (nombre, dirección, ciudad, RUT y teléfonos de contacto). ***Participarán todos los correos recibidos hasta el cierre de la próxima edición que lleguen con los datos completos.**

* Todos los ganadores serán contactados vía e-mail.
* Los ganadores de la Región Metropolitana deberán retirar su premio en el lugar, horario y fecha que se indique en el correo. A los de regiones se les enviará luego de confirmar sus datos. Solo participan los correos con los datos completos.

# Casi humano

En la lista de los descubrimientos científicos del año, el que ahora referimos tiene su lugar asegurado. Su nombre es *Homo naledi*, y en septiembre pasado fue presentado con bombo y platillo como el último miembro que se une al árbol genealógico de nuestra familia, el género *Homo*.

Su hallazgo requirió de dos años de trabajos en la cueva Rising Star, ubicada a unos 50 kilómetros de Johannesburgo, Sudáfrica, en el continente que una vez más muestra por qué es apodado la 'cuna de la humanidad'.

Los restos del nuevo ancestro, cuyo nombre *naledi* significa 'estrella' en lengua sesotho, fueron localizados con otros 1.500 huesos y dientes humanos; se trata de uno de los mayores yacimientos hallados en África. Uno de los aspectos que más revuelo ha causado es la hipótesis del paleoantropólogo estadounidense Lee Berger y su equipo de que los huesos encontrados en la caverna sean parte de un ritual funerario; sin embargo, se trataría de un comportamiento demasiado avanzado para un individuo de sus capacidades. Aunque se desconoce la edad exacta de *H. naledi*, se le calcula una antigüedad aproximada de 2,5 millones de años, por lo que sus descubridores lo ubican justo en el origen del género *Homo*. Una forma intermedia entre los *Australopithecus* y el *Homo erectus*. M

Tenía un cuerpo estilizado, rasgos similares a los humanos, así como dientes pequeños. Sus manos y pies eran parecidos a los nuestros.

En el sitio se han recuperado restos óseos de niños pequeños, jóvenes y un adulto de edad avanzada: los fragmentos pertenecen a unos 15 individuos de ambos sexos.



**Casi hombre**
*H. naledi* caminaba erguido como nosotros, y era capaz de recorrer grandes distancias, pero también trepaba y vivía en los árboles. Medía un metro y medio y pesaba unos 45 kilos.



**¿Enterrador?**
No hay evidencias de que *H. naledi* cayera en la cueva o que fuera transportado ahí por algún depredador, por lo que los investigadores sugieren que pudo haberse hecho cargo de sus propios muertos.

FOTOS: ISTOCK; ABC/NATGEO



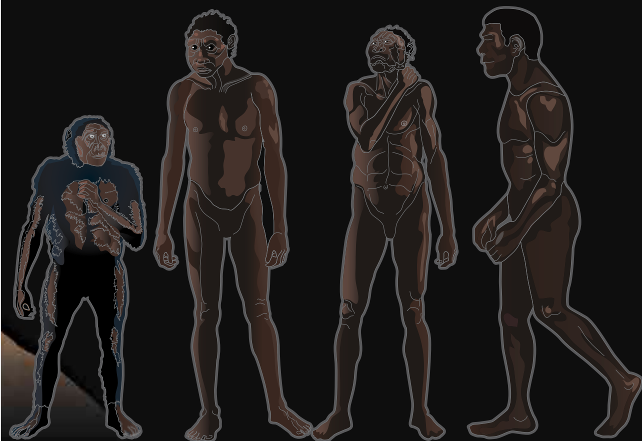

La cueva Rising Star, ubicada a 50 kilómetros al noroeste de Johannesburgo, Sudáfrica, es un sitio popular entre los amantes de la espeleología. Fue debido al aviso de dos excursionistas que se supo del yacimiento.



A pesar del avanzado comportamiento que se le atribuye, tenía un cerebro pequeño: solo medía 500 centímetros cúbicos (el nuestro tiene un volumen de 1.200 centímetros cúbicos)

## El de en medio

*Homo naledi* se sitúa en el punto intermedio entre el *Australopithecus* y el *Homo erectus*. De ser así vivió hace al menos 2 millones de años y pudo ser un factor para la aparición de nuestra especie.





## Manipulador

Las manos de *H. naledi* presentan una combinación única de características: los huesos de su muñeca y el pulgar oponible son modernas, más aún que las de los neandertales, lo cual significa que contó con una mano fuerte capaz de manipular objetos de modo preciso.

## Madriguera prehistórica

Para acceder a la cámara donde se encontraron los restos fue necesario que los arqueólogos descendieran 12 metros, entraran por un conducto y luego se abrieran paso a través de un hueco por el que apenas cabe una persona a rastras.




GRÁFICOS: TOMÁS BENÍTEZ

NANOTECNOLOGÍA

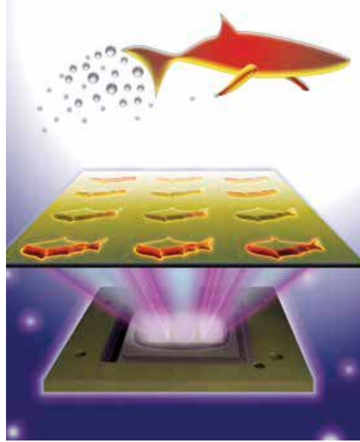
# Al rescate

Imagina a cientos de peces nadando en el interior de tu cuerpo para desintoxicarlo. Esto podría ser posible con los microscópicos robots, denominados "Microfish", creados por ingenieros expertos en nanomateriales de la Universidad de California, Estados Unidos.

Los peces, tan gruesos como un cabello, tienen nanopartículas de platino en la cola para impulsarlos y de hierro en la cabeza para controlarlos magnéticamente. Uno de sus usos podría ser la detección y neutralización de toxinas.

Estos pequeñines son impresos en tercera dimensión mediante una tecnología óptica de alta resolución capaz de producir un centenar de ellos en segundos.

Fuente: *jacobsschool.ucsd.edu*



FÍSICA ESTADÍSTICA

# En el top

Hay palabras que se utilizan cotidianamente y otras se emplean muy poco. En inglés, español, ruso, alemán, italiano y francés, entre 1.500 y 3.000 palabras son comunes en estos idiomas, han señalado investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tras analizar los libros publicados en Google Books.

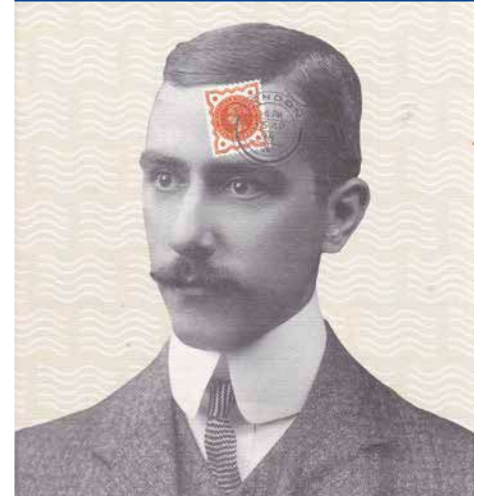
En 1700 los cinco sustantivos más usados en español eran "fe", "señor", "cardenal", "rey" y "Dios"; 300 años después, en el año 2000, habían sido sustituidos de los primeros lugares por "parte", "estado", "años", "vida" y "nacional".

Expertos del Instituto de Física, de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas utilizaron herramientas de física, matemáticas, estadística y de cómputo para determinar cuáles fueron las palabras más usadas por año en cada uno de los seis idiomas y de esta manera entender los cambios que registraron. Para realizar el estudio, los investigadores usaron las palabras registradas en los libros publicados desde el año 1700. Luego hicieron listas de palabras, ordenadas por su frecuencia en cada idioma y por cada año. El estudio del uso frecuente de cierto léxico podrá analizarse a profundidad para determinar o confirmar tendencias históricas o movimientos socioculturales afines a cada sociedad a lo largo del tiempo. Fuentes: *dgcs.unam.mx; fisica.unam.mx*



## GALERÍA DE EXCÉNTRICOS

### REGINALD BRAY (1879-1939)



Este inglés fue conocido como 'El Rey de los autógrafos' porque en vida llegó a reunir 15.000 firmas de toda clase de personajes de la farándula y del mundo de la cultura y la política. Su avidez como coleccionista tampoco tuvo límites, y lo llevó a acumular una considerable cantidad de boletos de tren y estampillas postales. Sin embargo, fue más conocido por poner a prueba los límites del servicio postal británico. Aprovechó un vacío en las leyes que especificaban lo que se podía enviar con la dirección impresa en la superficie del mensaje, así que inició una larga serie de 'cartas' o 'postales' poco convencionales: desde el cráneo de un conejo (con las estampillas pegadas en la superficie) hasta su propia mascota –un terrier escocés de nombre Bob–, pasando por una abeja, hasta un elefante vivo; bolsos, sombreros, cigarros a medio fumar, cebollas, cepillos, algas, pipas, sartenes, zapatos, bombas de aire, sillas y una larga lista de objetos que los carteros no tuvieron más remedio que entregar a la dirección de los destinatarios. Confiado en el excelente servicio de los carteros británicos, en 1900 envió a una persona, y en 1903 se envió a sí mismo, con todo y su bicicleta, endosándose como 'Entrega de una persona coterránea ciclista registrada', a la casa de su padre, quien tuvo que pagar el significativo impuesto por tan importante 'paquete'.

FOTOS: UNOCERO; UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA; WILLISWEAVER


El corazón bombea aproximadamente 5,6 litros de sangre a todo el cuerpo tres veces cada minuto.


Las papas tienen una sustancia tóxica llamada solanina; es peligrosa si se ingieren 70 en una sola comida.


Cuando una persona se ríe a carcajadas usa 400 músculos.

## PALEONTOLOGÍA

# Monstruo **marino**

**Los restos de un escorpión marino gigante que existió hace 460 millones de años y que medía más de metro y medio de longitud, fueron hallados por científicos del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Yale. Pese a su denominación, no tiene relación con los escorpiones, sino más bien pertenece a los euriptéridos, grupo de artrópodos acuáticos que fueron los antepasados de arañas, langostas y garrapatas.**



**Esta especie fue bautizada *Pentecopterus decorahensis* en alusión al buque de guerra griego del tipo pentecóntero, pues su perfil es parecido al de este barco antiguo. Los restos –150 fragmentos pertenecientes a ejemplares de diferentes edades– fueron encontrados en una capa de arena del cráter de un impacto de meteorito en lo que hoy es el estado de Iowa, Estados Unidos.**

**Aparte de su gran tamaño, otra característica de esa especie fue que tenía espinas en sus extremidades, lo que pudo servirle para cazar a sus presas. Además, la forma de su cabeza se asemeja la proa de un barco y sus aletas laterales, que utilizaba para nadar, son muy diferentes a las de otros escorpiones marinos. Sus patas traseras se expandían al momento de nadar y contaban con pequeños folículos que al parecer tenían una función sensorial. Los investigadores creen que el *Pentecopterus decorahensis* fue un gran depredador, y que se encontraba en lo más alto de la cadena alimenticia.** Fuentes: *news.yale.edu; sciencedaily.com*

## ORNITOLOGÍA

# Estómago con plástico

En el año 2050 el 99% de las especies de aves marinas en el mundo tendrán plástico en el estómago, advierte un estudio de la Organización para la Investigación Industrial y Científica de la Mancomunidad de Australia (CSIRO) en colaboración con el Colegio Imperial de Londres. En 1960 el 5% de las especies tenía este material en el estómago y en 2010 la cifra se elevó a 80%, siendo cada vez más común esta situación. De acuerdo con el análisis, actualmente 60% de las aves marinas presentan plástico en el estómago, mientras que 90% lo han comido alguna vez, proveniente de bolsas, tapas de botellas o fibras de ropa sintética que han encontrado en el océano, alcantarillas o depósitos de residuos.

El que hayan ingerido este material se debe a que el plástico flota en el agua y las aves confunden sus colores brillantes con comida, o bien lo tragan accidentalmente, lo cual afecta su sistema digestivo, pierden peso e incluso mueren.

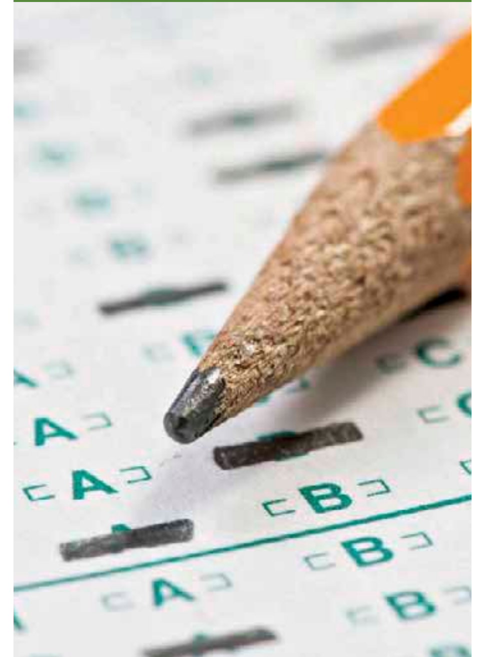
Fuentes: *csiro.au; bird-rescue.org*




FOTOS: CSIRO; THE JOURNAL BMC EVOLUTIONARY BIOLOGY

# Psicología

## Ensayo y error




**Un estudio reciente en psicología realizado por investigadores del Kings College de Londres, sugiere que existe una relación entre neurosis y creatividad como la que manifestaban grandes figuras como el pintor Vincent van Gogh o el matemático Isaac Newton. De acuerdo con esta teoría, las personas que trabajan en industrias relacionadas con la creatividad tienen porcentajes más altos de trastornos emocionales en comparación con quienes laboran en roles no creativos. Esto se debe a que la neurosis activa un 'botón de alarma' en la amígdala cerebral, la cual traslada una sensación de miedo a la corteza prefrontal media en el cerebro y esta a su vez provoca la creatividad, además de facilitar el resolver problemas complejos.**

**En caso de que este experimento se tratara de comprobar, se tendría que utilizar a las mismas personas para ser totalmente fiel a los datos, y si no, habría la posibilidad de obtener diferencias pues la muestra no sería la misma.** Fuentes: *sciencemag.org; cell.com*



El hígado es capaz de regenerarse aunque solo tenga el 10% de masa hepática.



Hay 100.000 millones de bacterias en el cuerpo humano, el equivalente a dos kilogramos.



536 personas han estado en el espacio; 89% hombres y 11% mujeres.



# Innovación chilena
# Simulador de energía

Según cifras de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), cada 15 segundos 153 trabajadores tienen un accidente laboral y cada día mueren 6.300 personas en el mundo a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. En Chile, de acuerdo a un informe de la ACHS (Asociacón Chilena de Seguriddad), el año pasado solo en el sector industrial se registraron 16.489 accidentes, mientras que en la construcción hubo 6.319.

Los esfuerzos de las autoridades y privados para reducir las estadísticas no cesan, sin embargo, la mayoría de las acciones tienen más que ver con la conducta y hábitos de los mismos trabajadores y no con implementar nuevas tecnologías. Por lo anterior, un grupo de ingenieros chilenos desarrolló el primer prototipo para efectuar el bloqueo seguro de energías peligrosas en las líneas productivas en la industria, la minería, la pesca y los diversos sectores productivos. Se trata de un simulador de bloqueo y etiquetado de energías peligrosas que posee un sistema físico virtual que consta de un módulo que interactúa con un software, que transforma el entrenamiento tradicional en un proceso real, práctico e interactivo, que permitirá a los técnicos que trabajan en lugares expuestos a potenciales peligros, enfrentar esas situaciones de manera acertada y segura, tomando las decisiones correctas que eviten fatalidades. El proceso de instrucción consiste en la capacitación efectiva a trabajadores en la aplicación de los procedimientos de seguridad correctos que se utilizan en procesos industriales. Esto permite garantizar que las energías de las máquinas estén debidamente bloqueadas o neutralizadas, evitando su reinicio tanto debido a energías residuales o a la activación equivocada de ellas.

"Como compañía queremos ser un aporte para nuestro país, primero evitando muertes y accidentes, pero también generando tecnología exportable, que sea un aporte para la creciente innovación tecnológica que necesariamente Chile debe desarrollar", explicó Cristián Sandoval, director ejecutivo de 'SQ Empresas', compañía que desarrolló este simulador. En tanto, Mónica Aedo, gerenta general de la empresa, manifestó que "la forma como se capacita en nuestro país es poco efectiva y esencialmente teórica. Nuestra instrucción es una manera novedosa, entretenida, didáctica e innovadora de entrenamiento que instantáneamente te va corrigiendo e indicando si lo estás haciendo correctamente o no, a través de luces, sonidos, aire y otros efectos, que lo hacen parecer un juego, pero que no lo es".

El siguiente paso es la instrucción y comenzará en estos días. Será dictado por la misma empresa y estará basado en estándares internacionales de OSHA (Occupational Safety and Health Administration) a empresas privadas y mutualidad de empleadores, para actuar correctamente frente a la acción de energías neumáticas, eléctricas, mecánicas, térmicas e hidráulicas. Fuentes: *SQ Empresas*

FOTOS: ANSVARLIG REDAKTOR DAGBLADET; WALL STREET HEDGE; PETER WARD



El 12 de julio de 1957 se publicó en Estados Unidos el primer informe oficial que vinculaba el tabaco con el cáncer de pulmón.



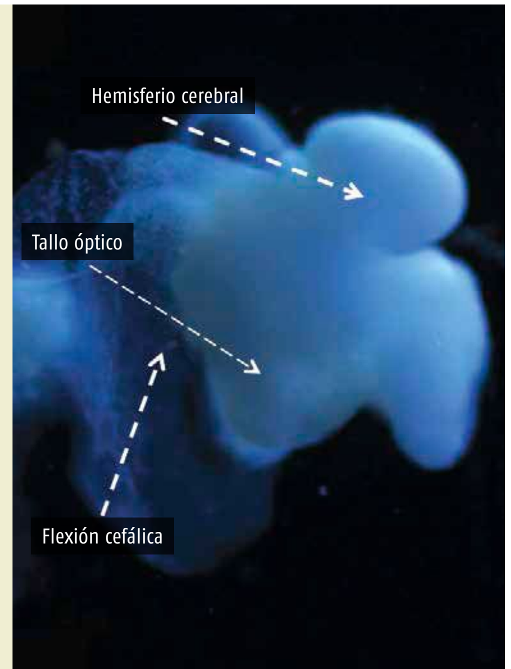
La estalactica subacuática más alta del mundo mide 12,8 metros y se encuentra en el cenote Chac Mool, en Quintana Roo.



Italia ocupa el primer lugar en sitios declarados como Patrimonio de la Humanidad: tiene 43.

NEUROCIENCIAS

# Cerebro cultivado




Investigadores de la Universidad de Ohio, en Estados Unidos, cultivaron en su laboratorio un cerebro casi idéntico al de un ser humano, pues contiene 99% de los genes que componen este complejo órgano. Mide lo mismo que el de un feto de cinco semanas (el tamaño de la goma de un lápiz) y no tiene pensamientos.

El órgano está hecho con células de piel humana convertidas en células pluripotenciales (células madre inmaduras que pueden reprogramarse para convertirse en cualquier tipo de tejido del cuerpo) y tardó 15 semanas en alcanzar el tamaño que tiene hasta ahora; los investigadores lo dejarán madurar otras 12 semanas y, dependiendo de cómo continúe el desarrollo, su crecimiento podría extenderse hasta 20 semanas.

"Una vez que una célula se encuentra en estado pluripotente puede convertirse en cualquier órgano. El cerebro ha sido el santo grial debido a su enorme complejidad en comparación con cualquier otro órgano. Otros grupos están tratando de hacer lo mismo", comentó el autor del estudio, Rene Anand, profesor de química biológica y farmacología en dicha universidad estadounidense.

Los expertos buscan que en un futuro este modelo sirva para realizar pruebas más rápidas y precisas de medicamentos experimentales, así como para estudios de terapias por accidentes cerebrovasculares y lesiones cerebrales traumáticas. Fuente: *osu.edu*

BOTÁNICA

# La flor más antigua



Los restos de la que podría ser la primera planta floral de agua dulce fueron descubiertos en el yacimiento de Las Hoyas, en Cuenca, y en la Sierra de Montsec, en Lérida, España, por investigadores internacionales. Recibió el nombre de *Montsechia vidalii* y tiene entre 125 y 130 millones de años.

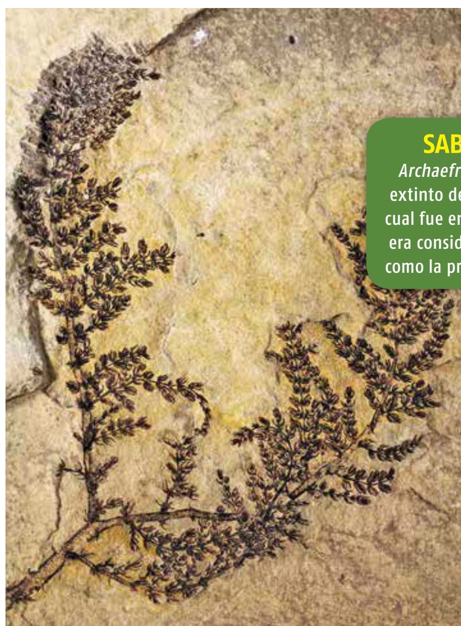
El equipo de especialistas estuvo integrado por científicos franceses, alemanes, españoles y estadounidenses, quienes examinaron más de mil restos fosilizados de esta planta que creció en abundancia en lagos de agua dulce en lo que hoy son las regiones montañosas de España.

Para analizar los fósiles de la *Montsechia vidalii* los expertos aplicaron ácido clorhídrico a los tallos y estructuras de las hojas a fin de separarlos de las piedras a las que estaban adheridos. También usaron ácido nítrico y clorato de potasio para obtener las cutículas de las plantas, y posteriormente las observaron con microscopio electrónico. El análisis indica que esta planta floral vivió durante el Cretácico temprano.

"*Montsechia* no posee partes obvias de flor como pétalos o estructuras productoras de néctar para atraer a los insectos, y vive todo su ciclo de vida bajo el agua. La fruta contiene una sola semilla (característica de una angiosperma)", especificó el paleobotánico David Dilcher, de la Universidad de Indiana, en Estados Unidos, quien es reconocido por sus estudios en anatomía y morfología de angioespermas (plantas con flores).

Los expertos quieren analizar más a fondo esta planta pues se parece a su descendiente moderna más cercana: la *Ceratophyllum*, una planta acuática verde oscuro muy popular para decorar acuarios y estanques. Además desean encontrar la conexión entre otras especies de angioespermas y su evolución en comparación con sus antepasados.

Fuentes: *pnas.org; eurekalert.org; indiana.edu*



FOTOS: OHIO UNIVERSITY / RENE ANAND; INDIANA UNIVERSITY / DAVID DILCHER; OSCAR SANSISIDRO

**SABÍAS QUE...**
*Archaefructus* es un género extinto de planta acuática, la cual fue encontrada en China y era considerada, hasta ahora, como la primera angiosperma.


La diferencia en la esperanza de vida entre Chile y Bolivia es de 12 años.


La esquizofrenia es la tercera causa de discapacidad entre personas de 15 a 44 años a nivel mundial.


A los cuatro años de edad, el escritor argentino Jorge Luis Borges ya sabía leer y escribir.

## CINE DE CIENCIA FICCIÓN

# ¿QUÉ PASARÍA SI...?

Amadas por el público, detestadas por los divulgadores más quisquillosos, las cintas de aventuras en el espacio, viajes en el tiempo, robots, genios locos, utopías, distopías y otras variantes dentro del género, abordan la tecnología y los conocimientos científicos contemporáneos desde las más diversas perspectivas.

**Por Gerardo Sifuentes**


FOTOARTE: JOSÉ ANTONIO DÍAZ DE LEÓN



Un joven programador de mediana categoría, quien trabaja para el motor de búsqueda por Internet más importante del mundo, es seleccionado para pasar unos días en la residencia privada del dueño de la empresa, un genio de la tecnología –especie de Bill Gates-Sergey Brin del futuro– quien además ha revolucionado con sus algoritmos el campo de la inteligencia artificial. El propósito es darle ayuda para probar uno de sus últimos experimentos: un robot femenino cuyo cerebro es alimentado por las miles de millones de búsquedas e información procesada diariamente por millones de usuarios. ¿Podrá demostrar ella, una máquina, que es tan humana como cualquiera? ¿Cómo reaccionará el sujeto ante la singular conducta que ella demuestre? Lo anterior es el punto de partida de *Ex Machina* (2015), un fascinante thriller futurista dirigido por el británico Alex Garland, ficción que especula sobre la conducta que tendría una máquina con una inteligencia artificial muy desarrollada.

Como sabemos, el tema de la inteligencia artificial no es nuevo en el séptimo arte, pues se ha abordado desde las más diversas perspectivas, como la monumental e inigualable *2001: Odisea del espacio* (Kubrick, 1968), la cinta de culto *Blade Runner* (Scott, 1982), la franquicia que iniciara *Terminator* (Cameron, 1984), hasta las estilizadas y minimalistas *Robot & Frank* (2012) y *Her* (Jonze, 2013). Todas estas películas, a su manera, han llevado a cabo la aventura imaginativa que busca cualquier obra del género de la ciencia ficción: ¿Qué pasaría si...?' aplicado a los últimos avances y conocimientos en investigación y tecnología, en este caso la informática. Sin duda, la manera en la que Garland narra la historia nos pondrá los pelos de punta, y sentiremos empatía con los protagonistas –en especial con la chica mecánica, debido a su estudiado papel–. Esto quizá sea porque, además de la impecable cinematografía, el director se apoyó en un equipo de científicos para crear un personaje robótico de lo más creíble.

## Mapas modernos

La ciencia ficción no pretende 'predecir' el futuro, pues no se trata de un oráculo, habla de nuestro presente. Parafraseando al escritor Frederik Pohl, los grandes escritores del género no predijeron la llegada del automóvil; hablaron sobre la posibilidad de la existencia y agobio del tránsito vehicular que provocaría el uso desmedido de esa tecnología. En estos términos, la ciencia ficción mencionará cómo es que la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad que las consume y viceversa. Citando al autor Cory Doctorow: "Mary Shelley, autora de *Frankenstein o el moderno Prometeo*, no predecía que en el futuro todos construiríamos hombres a partir de cadáveres animados por electricidad. Su punto era que nos convertiríamos en sirvientes de la tecnología en vez de sus amos. Ella no era realmente predictiva. Se preocupaba por el presente".

Algunos de los avances tecnológicos que hoy disfrutamos comenzaron como un concepto enmarcado dentro de la especulación científica o la ciencia ficción. Los robots, por ejemplo, empezaron como personajes de la obra de teatro *Los robots universales de Rossum*, del escritor checoslovaco Karel Capek, en 1920. Los satélites de telecomunicaciones fueron concebidos por el escritor inglés Arthur C. Clarke, quien infirió su utilidad en un artículo para una revista de electrónica en 1945 (años más tarde, el cuento de Clarke, *El centinela*, de 1951, sería la base para *2001...* de Kubrick). El ciberespacio en el que hoy pasamos inmersos ➡



# LA GUERRA DE LAS DEFINICIONES

FOTOS: GETTY IMAGES; EFE/ ZUMA PRESS; UNIVERSAL STUDIOS/ SCOTT RUDIN PRODUCTIONS

**ACCIÓN.** (Izquierda) Alex Garland, al centro, conversa con el actor Oscar Isaac durante el rodaje de *Ex Machina* (2015). (Derecha) Joaquin Phoenix en el papel de Theodore Twombly en la cinta *Her* (2013) de Spike Jonze.



buena parte del día forma parte central de la trama de la novela *Neuromancer* (1984), del escritor canadiense William Gibson. Estas obras sin embargo, no pretendían hacer una 'predicción' del futuro; simplemente recogieron ideas de avances técnicos o teorías que circulaban en los medios de comunicación y el ambiente académico de su época, e imaginaron las consecuencias que podrían tener en los hombres y su entorno si se desarrollaban plenamente.

Dado que la ciencia y la tecnología evolucionan con el tiempo, los escenarios que los autores e investigadores imaginaban en décadas pasadas son radicalmente distintos de aquellos que hoy se prevén. Basta echar un vistazo a las películas e imágenes especulativas publicadas en las décadas de 1920 hasta 1970 en revistas como *Mecánica Popular* e ilustraciones de la NASA, hoy calificadas como retrofuturo, "una versión optimista del futuro (con autos voladores, robots sirvientes, etc.) visto desde la perspectiva popular del pasado".

## Ficción popular

La ciencia ficción es, ante todo, entretenimiento puro, y aunque el cine de este género no está hecho para educar a las personas sobre temas de ciencia y tecnología –de ello se encargan, a veces muy bien, los profesores en los colegios y los divulgadores de ciencia–, lo cierto es que mucho del bagaje y concientización que la sociedad obtiene sobre estos temas ha sido a través de este y otros medios, como novelas, series de televisión, cómics o videojuegos. Si bien muchas de las obras de ciencia ficción, por no decir que una gran mayoría, prescinden de hechos científicos –como la más reciente entrega de *Star Wars*–, existen otras cuya verosimilitud depende del contexto científico en el que se desarrollan. En este sentido, casi siempre encontraremos en sus historias una suerte de licencias creativas, como saltarse las leyes de la física con tal de sacar adelante a los protagonistas, algo que, según la magnitud del acto y la manera de presentarlo, pasará inadvertido para el grueso del público, o desquiciará al más quisquilloso de los divulgadores por su inexactitud o distorsión.

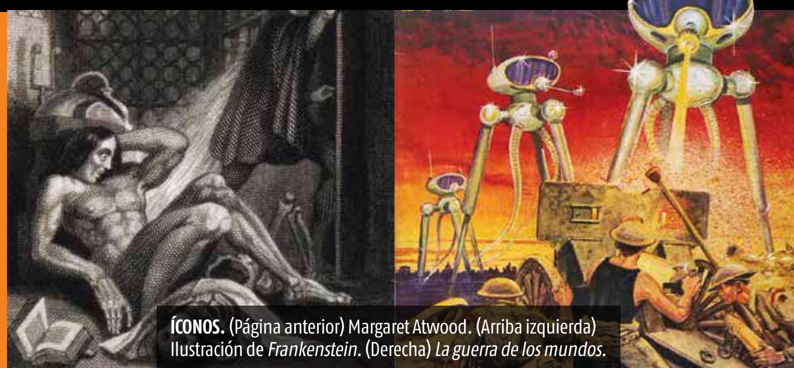
Quizá por ello desde hace algunos años se ha consolidado la figura del asesor científico, un miembro de la producción cinematográfica con formación profesional en el campo de la ciencia cuyo trabajo consiste, precisamente, en supervisar la historia y verificar que los hechos especulativos establecidos sean coherentes con los conocimientos actuales, para dotarla de credibilidad. Clonar humanos o dinosaurios, alcanzar otros planetas o dimensiones, viajar en el tiempo, recibir visitas de civilizaciones extraterrestres, son posibilidades que se han explorado de manera lúdica con relativa credibilidad gracias a

**La ciencia ficción es ante todo entretenimiento puro.**

FOTOS: WARNER BROS. PICTURES/ ANNAPURNA PICTURES; CLASICOS ILUSTRADOS; TATE BRITAIN/ PRIVATE COLLECTION, BATH

Existe desde hace tiempo la polémica respecto a qué es lo que debemos etiquetar dentro del término "ciencia ficción". Para la escritora Ursula K. Le Guin, es "extrapolar imaginativamente desde las tendencias y eventos actuales hacia un futuro cercano, que sea mitad predicción, mitad sátira". En una reseña publicada para el diario inglés *The Guardian*, donde habla sobre la obra de Margaret Atwood, menciona que esta última define a la ciencia ficción como aquella "en la cual ocurren cosas que no son posibles hoy día". De ahí que recuperemos el uso del condicional contrafáctico: '¿qué pasaría si (añada el último avance en ciencia y tecnología o tendencia sociológica) fuese realidad?'. Para fines prácticos, incluso también se debate la diferencia entre los términos ciencia ficción y 'especulación científica'. Si bien hay un consenso en apuntar a la novela *Frankenstein o el moderno Prometeo* (1818), de Mary Shelley, como la obra pionera del género, en la que se examinan los posibles alcances de una de las últimas investigaciones en materia científica, Atwood ha mencionado que la CF contemporánea desciende de la novela *La guerra de los mundos* (1898), de H. G. Wells, mientras que la ficción especulativa nace con las novelas del francés Julio Verne. En su libro *Science Fiction and Speculative Fiction* (2013) Peter L. Thomas dice lo siguiente sobre la reseña de Le Guin:

"La ficción especulativa es acerca de cosas o tecnologías que podrían suceder pero simplemente no estaban cuando el libro fue escrito, como submarinos y globos aerostáticos. Ella (Atwood) no ve a los marcianos que llegan a la Tierra en cilindros de metal, según lo retratan en *La guerra de los mundos*, como algo que sea posible. Para Atwood los alienígenas son CF, no son especulación (son ficción). Atwood contrasta su significado con la creencia de Ursula Le Guin, para quien la CF representa lo que realmente podría suceder. Dentro de la concepción de Atwood, la idea del tentáculo inteligente, los marcianos hematófagos, parece más una fantasía basada en nuestra actual comprensión de Marte, aunque Le Guin contestaría que en la época en que fue escrita *La guerra de los mundos*, que representaba las ideas preconcebidas y aceptadas sobre lo que podría ser la vida inteligente en Marte, era por lo tanto especulativa, pero basada en la ciencia de la época".



**ÍCONOS.** (Página anterior) Margaret Atwood. (Arriba izquierda) Ilustración de *Frankenstein*. (Derecha) *La guerra de los mundos*.



# LA FUERZA



El fenómeno *Star Wars* comenzó en Estados Unidos como una trilogía cinematográfica (episodios IV, V, VI, 1977-1983) que recuperaba el viejo espíritu de las aventuras espaciales de comienzos del siglo XX, como *Buck Rogers* o *Flash Gordon*. Hoy la franquicia se ha extendido por todo el mundo, y se debe en buena parte a los aficionados de la serie, ávidos consumidores de la mercadotecnia derivada del llamado "universo expandido", historias creadas alrededor de las cintas originales, y que comenzara formalmente con la novela *Heir to the Empire* (1991), de Timothy Zahn. El reinicio de la saga con sus precuelas (episodios I, II, II, 1999-2005) devolvió el interés con una nueva generación de admiradores, la cual tiene su continuidad este mes, a partir de la última entrega, Episodio VII.

*Star Wars* es de origen una *space opera*, subgénero dentro de la ciencia ficción en que las aventuras donde se ven involucrados sus protagonistas son de carácter épico. Por medio de intrigas políticas y encuentros militares, se juega el destino de civilizaciones y grandes imperios en planetas de lo más diverso, donde tecnologías avanzadas están presentes pero son secundarias para el desarrollo de la historia, por lo que a menudo se les emplea de manera arbitraria, y donde también se ven mezclados elementos místicos o mágicos.

El universo de *Star Wars* ha inspirado el amor por la ciencia ficción a varias generaciones de aficionados, y es una gran puerta de entrada para los géneros fantásticos. A estas alturas usarlo como ejemplo para divulgación científica resultaría ocioso y oportunista: como en toda *space opera*, el encanto de la saga yace en su magnífico reparto de personajes originales y extraordinarios, las aventuras en las que se ven involucrados, y en los valores universales que transmite.



este personal. Su inclusión puede no ser necesaria, pues también existen tramas que no lo requieren, o rayan en lo absurdo desde su propia concepción, como productos encasillados en la serie B –desde el clásico *Killer Klowns from Outer Space* (Chiodo, 1988) hasta *Sharknado* (Ferrante, 2013).

Pero la ciencia y la ciencia ficción (CF) también tienen una relación simbiótica. Haciendo eco de Carl Sagan, los científicos hacen un descubrimiento importante, de inmediato los escritores y directores de CF crean una historia basada en él, y mucha gente, sobre todo un gran público joven, la consumirán entusiasmados, y algunos se inspirarán para convertirse a su vez en los científicos del futuro. Así, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos a sabiendas de esta influencia sobre el público, creó el programa Science & Entertainment Exchange, que busca el diálogo de experiencias entre científicos e ingenieros destacados con directores y guionistas para dotar a estos últimos de conocimientos e idear posibilidades objetivas de la ciencia y la tecnología. En su publicidad se puede leer lo siguiente: "Dada su propensión a explorar territorios desconocidos, la ciencia es a menudo la base para historias provocativas y convincentes, tanto en cine como en televisión. Pero más allá de una buena narración, los canales de entretenimiento tienen la posibilidad real de afectar opiniones, divulgar las ideas, e incluso cambiar la conducta del público".

## Planeta prohibido

"Hay un montón de películas de ciencia ficción que admiro, así que es difícil elegir una que sea mi favorita", nos contesta Murray Shanahan, quien es profesor de robótica cognitiva en el Imperial College London y quien actuó como  asesor en la película *Ex Machina*. "Podría ser *El planeta prohibido* (Wilcox, 1956). Esta película fue hecha mucho antes de que yo naciera. Pero cuando la vi por primera vez cuando era niño, tuvo un gran impacto en mí. Lo tiene todo, viajes espaciales, tecnología alienígena y robótica, así como una trama derivada de *La tempestad* de William Shakespeare, y en general un tema freudiano escondido". Resulta curioso que Shanahan haya escogido esta cinta; se trata de una de las primeras películas del género que recibió un gran presupuesto para su producción ($1,9 millones de dólares, cifra gigante en su momento) en una época en que la ciencia ficción era relegada sin miramientos a la serie B. Su éxito de taquilla convenció a la industria cinematográfica de invertir en proyectos similares a fin de obtener grandes ganancias; hoy día franquicias como *Star Wars* son ejemplo de ello.

En cuanto a la historia que narra, *El planeta prohibido*, cinta de culto y piedra angular que marcó el derrotero de la filmografía de ciencia ficción, fue

### Sabías que...



En los primeros 25 minutos de la cinta *2001: Odisea en el espacio*, de Stanley Kubrick (1968), no hay diálogos. Tampoco en los últimos 23 minutos.

FOTOS: PARAMOUNT PICTURES; LYNDA OBST PRODUCTIONS; 20TH CENTURY FOX; WARNER BROS. PICTURES; FOTOS: WALT DISNEY STUDIOS MOTION PICTURES MEXICO/ 2014 LUCASFILM LTD. & TM; GETTY IMAGES

# MÁS ALLÁ

La trilogía espacial en lo que va del siglo XXI *Gravity* (Cuarón, 2013), *Interstellar* (Nolan, 2014) y *Misión Rescate* (Scott, 2015) se ha caracterizado por la polémica científica que ha generado; pero también por intentar en lo posible basarse en conceptos reales. Aunque las tres cintas contienen aventuras que tocan la sensibilidad de los espectadores, lo cierto es que en ellas se pueden apreciar varias 'licencias científicas' que, deliberadamente o no, los directores se tomaron para favorecer a las respectivas historias. La primera es la que no sale bien librada en estos términos, aunque es un filme que se disfruta; la segunda contó con la asesoría de Kip Thorne, físico teórico que ayudó a definir el concepto sobre el comportamiento real de un agujero negro, y la tercera muestra las dificultades que enfrentaría una misión real a Marte.



### LA TORMENTA DE ARENA EN *THE MARTIAN* (*MISIÓN RESCATE*):



Aunque es un hecho que estos fenómenos ocurren, no son tan potentes como se muestra en la cinta, debido a la baja presión atmosférica; por este motivo y aunque hay vientos muy fuertes registrados en la atmósfera marciana, el impacto en la superficie tendría el equivalente a un viento de 18 km/h en la Tierra, por lo que no habrían tenido la energía suficiente para desencadenar los eventos con los que inicia la película. ¿Se pueden plantar papas en tierra y minerales marcianos? Definitivamente sí.





### LA COSMOLOGÍA EN *INTERSTELLAR*:

Es posible que exista un agujero de gusano en el espacio que pueda servir como puente entre un lado y otro del universo. Si alguien se acerca al borde de un agujero negro, este será tan masivo que la gravedad provocará que el tiempo pase de manera más lenta para él en relación con quienes se encuentren en la Tierra.



### TODO RESPECTO A *GRAVITY*:

Se hizo famosa la controversia desatada en Twitter por el eminente astrofísico Neil deGrasse Tyson, quien se quejó de varios aspectos científicos que iban mal en la cinta, empezando por el título –aunque señala algunos dignos de reconocimiento– y otros como que el telescopio espacial *Hubble* y la Estación Espacial China no se encuentran a una distancia tan cercana, y mucho menos a la misma altura; los satélites que circundan la Tierra trazan una órbita de oeste a este, aunque en la cinta la basura espacial viaje en sentido opuesto; el *jet pack* que usa Kowalski (George Clooney) es de un modelo anticuado; al separarse dos astronautas en el espacio, no es nada sencillo ni rápido volver a encontrarse.







**GRAN PASO.** (Blanco y negro) Preproducción de *2001: Odisea en el espacio.* (Izq.-der.) Fred Ordway, astronauta Deke Slayton, Arthur C. Clarke, atrás un asistente de la NASA; el director Stanley Kubrick, y George C. Mueller, jefe del Proyecto Apolo. (Derecha) Fotograma de la película con los protagonistas en la superficie lunar.

# 2001: GÉNESIS

**El filme clave para entender el cine de ciencia ficción moderno es *2001: Odisea del espacio.* Llamado el 'Ciudadano Kane' del cine de ciencia ficción, marcó un hito en la industria no solo por sus alcances artísticos, sino también por la tecnología de efectos especiales, que definieron un estándar de calidad y realismo para la cinematografía. Basado en el cuento "El centinela" de uno de los más grandes escritores del género, Arthur C. Clarke, este se expresó de la cinta: "Nunca consideré *2001* como una predicción en sentido estricto, sino más como una visión, una manera en la que las cosas podrían funcionar". El meticuloso y obsesivo Stanley Kubrick, determinado a que la película fuera lo más creíble posible, contrató como asesores científicos al ingeniero Frederick Ordway, jefe de Sistemas de Información Espacial de la NASA, y al matemático Marvin Minsky, fundador del Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts, entre otros expertos. Durante meses se debatieron asuntos**

también la primera que planteó la posibilidad de viajar por el espacio a velocidades mayores que la luz (algo imposible de conseguir actualmente), con aventuras en un planeta más allá de nuestro Sistema Solar (¡exoplanetas!) ¿Podríamos ponernos exigentes con estas especulaciones? En la década de 1950, la aeronáutica veía el inicio de los aviones a propulsión, y la carrera espacial apenas arrancaba; a diferencia de otras películas del momento, la nave que utilizaba era un platillo volador, quizá considerado un diseño futurista no del todo descartable –era sabido que la Fuerza Aérea de Estados Unidos y varias compañías aeronáuticas probaban varios prototipos con esta figura–. El filme es una metáfora del impacto de la excesiva confianza en la ciencia y su efecto en la civilización, por lo que el método para viajar, la imposibilidad de alcanzar la velocidad de la luz, no es explicado pues resulta irrelevante para la trama, aunque esto fuera calificado como absurdo por un divulgador de la ciencia en plan extremista, al grado de considerar que sin buena ciencia una historia de ciencia ficción no sería creíble. Al respecto Shanahan opina: "Depende del objetivo de la película. Si, por ejemplo, hablamos de *Star Wars*, se trata de mitología en un escenario futurista, entonces no creo que valga la pena esforzarse por demostrar la credibilidad científica. Pero si tiene la intención de provocarnos a pensar cómo podría ser el futuro de la humanidad, y preguntarnos dilemas filosóficos, entonces la buena ciencia es muy importante". Adam Rutheford, genetista, ex editor de *Nature* y divulgador de la BBC, quien también actuó como asesor científico para *Ex Machina*, opina sobre el mismo tema: "En lo que a mí concierne, la buena ciencia en una película es un beneficio adicional. La narración de la historia es lo más importante, así que si por encima hay ciencia interesante y precisa, es mucho mejor. Pero no me preocupa si una buena cinta es inmaculada científicamente hablando. Solo no puedo soportar que la ciencia sea tratada de manera tonta, como en *Prometheus* [Scott, 2012], o inconsistente. La premisa básica de *Sunshine* [Boyle, 2007] está mal, pero no importa porque el resto es una gran narración".

**Vivimos actualmente en un mundo que por su propia realidad podría ser un escenario de ciencia ficción.**

Al respecto *Prometheus*, filme que forma parte de la franquicia basada en *Alien* (Scott, 1979), no solo cuenta con problemas de continuidad en la historia y caracterización inconsistente, sino además muestra a varios científicos comportándose como auténticos aficionados, arqueólogos que destruyen hallazgos históricos por procedimientos improvisados, geólogos que mapean una zona y se pierden en ella, biólogos que reaccionan de manera ilógica ante el encuentro con una especie animal. *Sunshine*, por otro lado, establece que el Sol 'está muriendo' y en su agonía se vuelve más tenue, y en consecuencia la Tierra se enfriará; nada más falso, pues cuando el Sol en unos miles de millones de años se quede sin hidrógeno, se hará más caliente y más brillante al consumir lo último que le quede, y debido a esto, con el tiempo la Tierra quedaría convertida en un desierto caliente e inhabitable.

**Sabías que...**



La primera película de ciencia ficción es *Le Voyage dans la Lune* (Viaje a la Luna). Es de 1902, muda, de origen francés y en blanco y negro. Dura 14 minutos y 12 segundos.

## Mala divulgación

A veces resulta que los más grandes mitos de la (pseudo) ciencia popular son la premisa de una cinta. Por ejemplo, se ha demostrado que nuestro cerebro está en funcionamiento todo el tiempo, incluso cuando dormimos; cada uno de sus componentes es empleado al máximo, y la mayoría de nosotros, si lo ejercitamos constantemente, además de hidratarnos, alimentarnos de

FOTOS: GETTY IMAGES; NASA; JEAN-PHILIPPE CHARBONNIER/GAMMA-RAPHO

inherentes al viaje en el espacio, como la ausencia de sonido (debido a la falta de aire) o los movimientos de los astronautas ante la falta de gravedad. La gran nave *Discovery-One*, que en la historia orbita Júpiter, está basada en el modelo EMPIRE, un concepto desarrollado por la NASA en la década de 1960 para fabricar vehículos que llevarían exploradores al planeta Marte. Y como dato curioso, cuando en una de las escenas el computador HAL es cesado e interpreta la canción "Daisy Bell", se trató de una especie de tributo a un computador IBM 7094 que en 1961 fue programado por el pionero de la música electrónica Max Mathews para 'cantar' esta misma canción con un sintetizador de voz.



modo adecuado y cumplimos con nuestras horas de sueño, podremos ayudarlo a desarrollar efectivamente sus capacidades y mejorar nuestro desempeño cognitivo. Luego entonces, utilizamos el 100% del mismo todos los días, y nadie sabe de dónde provino ni quién formuló aquella gran mentira de que únicamente usamos el 10%; pero lo cierto es que esta última idea ha dado pie a películas como *Lucy* (Besson, 2014) o *Limitless* (Burger, 2011), la primera plagada de aseveraciones pseudocientíficas –¿de dónde sacan que los delfines tienen un cerebro más desarrollado que los humanos?– aunque muy entretenida, por supuesto.



**FICCIÓN.** Filmación de *Lucy* (2014), basada en el mito del 10% del cerebro.

Existe la práctica de usar esta clase de películas fallidas en términos científicos como apoyo en las clases para escolares o alumnos universitarios, aunque esto puede ser un arma de doble filo. Señalar los errores de algunas cintas ha servido como herramienta de divulgación de la ciencia en salas de clase y más de algún evento relacionado, pero dedicarse a ver cada filme del género exclusivamente con esa perspectiva, no solo ocasiona que los estudiantes y público limiten su visión sobre las distintas posibilidades de la ciencia y la tecnología, sino incluso puede hacer dudar de los hechos científicos (reales) mismos.

En el amplio espectro de la ciencia ficción, la llamada ciencia ficción dura (*hard science fiction*) es aquella que se apega estrictamente a los lineamientos científicos, y resulta sin embargo, con sus debidas excepciones –pensemos en autores como Greg Bear o Vernor Vinge, por ejemplo–, en un subgénero no muy sencillo de leer para el público en general; una película que exigiera el mismo rigor de la ciencia, en términos de entretenimiento, se aproximaría mucho más al género del documental, pudiendo ser incluso hasta algo aburrido. *2001: Odisea del espacio* es de esas notables rarezas dentro del género y probó que era posible hacer cine de arte con esa rigurosa precisión de detalles y datos en lo que podía ser la realidad científica.

El académico estadounidense Paul L. Thomas, editor del libro *Science Fiction and Speculative Fiction: Challenging Genres* (2013), menciona que el uso en salas de clase de películas o novelas de ciencia ficción únicamente por su realismo, limitaría la oportunidad de explorar las implicaciones sociales, políticas y éticas de la ciencia que son reveladas a través de la historia, y echaría por tierra el '¿Qué pasaría si...?', una pregunta que fomenta la curiosidad y la apertura a nuevas ideas.

Por otro lado, aunque las películas de ciencia ficción modernas tuvieran 'mala ciencia' o elementos más apegados a la fantasía, existen tecnologías ficticias o situaciones que de una manera u otra pueden inspirar la creación de iniciativas o proyectos que persigan emularlas, como la capa de invisibilidad usada en *Ghost in the Shell* (1995), tecnología 'stealth' que ahora se encuentra en desarrollo. También el material cinematográfico pone sobre la mesa situaciones para el debate en aspectos como el uso de tecnologías; un ejemplo de esto es la clonación, *Never Let Me Go* (Romanek, 2010), o el manejo de la comunicación pública de la ciencia, *Contagion* (Soderbergh, 2011).

Vivimos actualmente en un mundo que por su propia realidad podría ser un escenario de ciencia ficción, puesto que en muchos casos ha superado las expectativas que se tenían en décadas anteriores. Si bien no hay colonias espaciales o autos voladores de consumo masivo, lo cierto es que nuestro presente ha sido desde cierta perspectiva más fascinante que cualquier otro futuro que se hubiera imaginado.

Cuando vayamos al cine o veamos una película de ciencia ficción por streaming, debemos dejar a un lado cualquier escepticismo o apego extremo a la realidad, pues no se trata de una clase de ciencias o acto divulgativo. Las películas son una creación de la fantasía y como tal deben ser apreciadas; es arte que integra elementos científicos, especulación pura, ficción. Disfrutemos de ellas y compartamos esas visiones tecnocientíficas basadas en nuestra realidad que en algún momento servirán de inspiración para construir nuestro futuro. M

**PARA SABER MÁS**

*Science Fiction and Speculative Fiction: Challenging Genres*, **de P.L. Thomas (2013) Sense Publishers.**

FOTOS: UNIVERSAL PICTURES/ TF1 FILMS PRODUCTION; EUROPACORP

**Ad portas de la Cumbre Sobre el Cambio Climático de París –programada desde el 30 de noviembre hasta el 11 de diciembre–, un informe advierte a cerca de la vulnerabilidad de nuestro país en esta materia, y al parecer, de no haber cambios sustanciales, podríamos convertirnos en el país más golpeado y contaminante de Latinoamérica.**

Por Alejandra Miranda G.

**99,6%**
de los hogares chilenos cuentan con acceso a la energía eléctrica.

Una reducción de **30%** es lo que propuso el Ministerio de Energía en los costos marginales de la electricidad al 2025.

**124,6%**
aumentaron las emisiones entre 1990 y 2010.

# Chile, ¿el más contamin

FOTO: ISTOCK

# 195

países comprometieron su participación en la Cumbre del Clima de París.

# 4,6

toneladas métricas de $CO_2$ per cápita es lo que proyecta el Banco Mundial para Chile en el periodo 2011-2015.

# 20%

deberían ser energías renovables para el 2025, según la Agenda Nacional de Energía.

# ante?

Chile es un país privilegiado, eso dicen. Y quienes tenemos la fortuna de vivir en él, podemos disfrutar de un paisaje tan variado como rico en especies. Sin embargo, estar rodeados de mar, cordillera, hielos eternos y el desierto más árido del mundo podría jugarnos en contra si de cambio climático hablamos. Ocurre que si todo nuestro territorio cuenta con costa, de norte a sur, y los océanos están subiendo de temperatura, nos afecta. Si producto de lo anterior llueve menos en lugares donde habitualmente había precipitaciones y se inundan ciudades donde no caía una gota en décadas, eso nos afecta. Si los glaciares se están derritiendo a paso acelerado y ya casi pasamos abruptamente de invierno a verano y viceversa, eso nos afecta. Y si sumamos que nuestras emisiones de $CO_2$ lejos de bajar, aumentan, y los grandes incendios forestales que se repiten cada temporada veraniega contribuyen de manera exponencial a la pérdida de biodiversidad, eso nos afecta.

Por todo lo anterior, se entienden las conclusiones de un estudio realizado por la ONG Diálogo Energético y Schneider Electric en relación a que Chile se transformaría en el país más contaminante en la región al 2030, eso sí, nunca a los niveles de Estados Unidos y China, los que lideran este triste ranking.

Las cifras son precisas y de acuerdo a las arrojadas por el estudio "Cómo Sudamérica enfrentará el dilema energético. Un anális sobre temáticas que los países van a llevar a la COP-21", las características de nuestro país hacen que cumpla con siete de los nueve criterios establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: "Las bajas costas a lo largo de su territorio, el régimen nival y glacial de sus ríos, los bosques que intenta proteger y reforestar, lo mismo que sus océanos, fuente de la pesca que constituye un recurso clave para Chile". Por último, el informe señala que "la vulnerabilidad energética de Chile, es el resultado de la falta de una política de seguridad, la sostenibilidad energética, la falta de directrices y la planificación del desarrollo nacional de la energía a medio y largo plazo". En definitiva, para revertir el escenario adverso, sugiere tomar una serie de medidas que incluyen cambiar la matriz energética. M

# Usos de energía solar

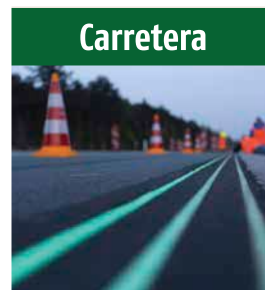
La luz del Sol es una fuente de energía que ahora se utiliza con mayor frecuencia. Aquí te presentamos algunos de los lugares y objetos que funcionan con ella y que en el último par de años han dado el ejemplo en diferentes sectores.

## 1 Aeropuerto



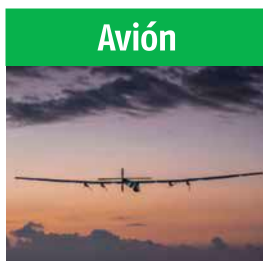
Con 48.150 paneles solares, que al día generan 12 megavatios, el Aeropuerto Internacional de Cochín, India, es desde agosto pasado el primero en el mundo en funcionar totalmente con energía solar. El proyecto, obra de la empresa alemana Bosch, costó 10 millones de dólares.

## 2 Carretera



Los bordes de la carretera N329, en la ciudad holandesa de Oss, se recargan durante el día y son capaces de iluminar hasta por ocho horas. El proyecto, denominado "Smart Highway", fue diseñado por el artista Daan Roosegaarde y desarrollado por la firma de ingenieros Heijmans.

## 3 Avión



El avión *Solar Impulse 2* salió en marzo pasado de Abu Dhabi y regresó al mismo lugar tras un viaje de 117 horas y 52 minutos, solamente utilizando energía solar. La nave, que ya ha realizado ocho viajes, actualmente está en Hawái y su próximo destino será Phoenix, Estados Unidos, en abril de 2016.

## 4 Globo aerostático



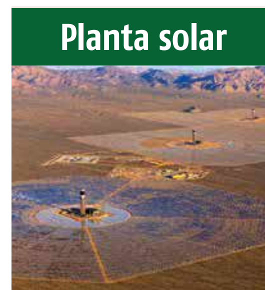
En agosto pasado, durante la Fiesta Internacional de Globos en Bristol, Reino Unido, la compañía Cameron Balloons echó a volar el primer globo aerostático con este tipo de energía. Necesita un quemador de propano que lo infla y para elevarse requiere aire que es calentado por el Sol.

## 5 Automóvil




*The Immortus* es un auto deportivo para dos personas. La compañía alemana que lo creó se llama EVX Ventures y lanzará su primera versión a finales de año. Tiene paneles solares que cubren su superficie y cuenta con una batería de litio para almacenar energía. Corre a 80 km/h.

## 6 Planta solar



La planta más grande del mundo es la Ivanpah Solar Electric Generating System y está en Estados Unidos. Tiene 350.000 espejos (de 2x3 metros), controlados por computador, que reflejan la luz solar hacia calderas. El vapor impulsa las turbinas que generan la electricidad. Comenzó a operar en 2013.

## 7 Edificios



Muchos edificios han adoptado paneles solares en España, Alemania, Japón y otros países, pero el Sun Moon Mansion en China es el más grande del mundo que ocupa este tipo de energía. Tiene una superficie de 75.000 m² y cuenta con salas de exposiciones, un centro de investigación y un hotel.

## 8 Aparatos del hogar




Esta energía también sirve para refrigeradores, aire acondicionado, lavavajillas, televisiones y algunos equipos de música o lavadoras. Por ejemplo, las celdas modulares del aire acondicionado F-Q232LASS producen 70 watts por hora para que el aparato funcione y purifique el aire.

## 9 Pueblos



Las comunidades de Esquiña e Illapata, en el norte de Chile, utilizan energía solar que obtienen a través de una planta fotovoltaica que abastece a los dos pueblos. La escuela de la comuna de Camarones (a la que pertenecen estos poblados) funciona con energía solar y tiene pizarras electrónicas e Internet.

## 10 Ciclovías



Las ciclovías son otro de los caminos por los que se apuesta con el uso de la energía solar. Una es SolaRoad y está en la ciudad de Krommenie, en Holanda; otra más, llamada Starpath, en el parque Christ's Pieces de Cambridge, y Solar Roadways, en Idaho, ambas en Estados unidos.

FOTOS: EFE /ZUMA PRESS

**Fuentes:** *cial.aero*; *solarimpulse.com*; *bristolballoonfiesta.co.uk*; *sciencealert.com*; *ivanpahsolar.com*; *chinatoday.com*; *conacytprensa.mx*

ADORADORES DE ANIMALES

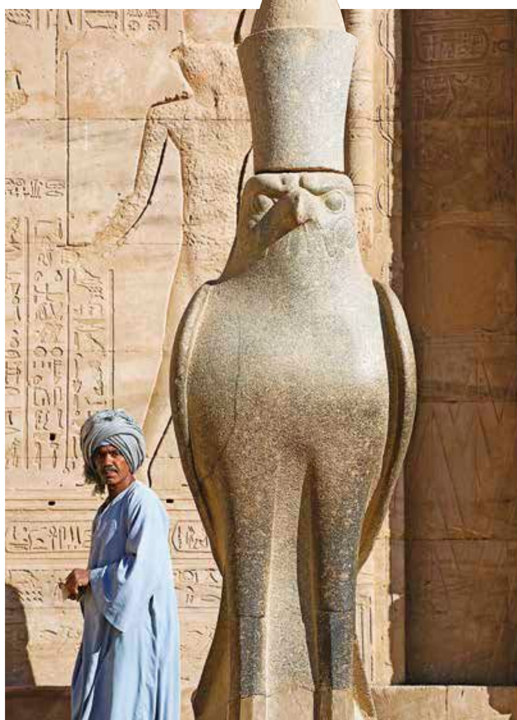
# Bestias sagradas

**Desde tiempos inmemoriales los animales han tenido un importante lugar en la fe de varias culturas.**

**Por Sarai J. Rangel**

A unos 30 kilómetros al suroeste de El Cairo, Egipto, se encuentran las ruinas de Saqqara, la necrópolis de la antigua capital Menfis. Aunque el número de visitantes ha menguado en los últimos años debido a la crisis política que azota a la región, numerosos turistas continúan arribando a este inhóspito lugar, sede de la Pirámide de Zoser, el faraón de la III Dinastía (2649-2575 a. C.) que construyó la primera de estas célebres tumbas escalonadas. Pero un hallazgo en 2011 ha hecho que los arqueólogos vuelvan sus miradas aquí. En las catacumbas debajo del templo dedicado al dios de la muerte Anubis, modesta construcción ignorada por saqueadores e investigadores que durante siglos se creyó de escaso valor, se descubrieron poco más de ocho millones de momias de animales. Esta revelación la coloca como la más grande necrópolis animal conocida.

Aunque este tipo de entierros fue común en el Egipto faraónico, donde la adoración de animales tuvo una enorme difusión –al grado de que llegó a convertirse en una marca de identidad nacional–, pocas veces sus implicaciones sociales, económicas y culturales han sido abordadas a profundidad. La razón puede deberse a que en la cultura occidental el culto a los animales es visto como mera 'curiosidad'. Incluso en las fuentes antiguas, como en los relatos del historiador griego Heródoto (484-425 a. C.), es evidente el dejo de asombro que este aspecto de la fe de los egipcios causaba entre sus coetáneos. Ni los griegos ni los romanos ni los persas alcanzaron a comprender el esmerado cuidado que esta civilización –a la que el historiador catalogó como "los más religiosos de los hombres"– tenía para con sus bestias sagradas.



## Misterio resuelto

"La necrópolis de animales de Saqqara es algo especial", afirma el doctor Paul Nicholson, de la Escuela de Historia, Arqueología y Religión de la Universidad de Cardiff, en Gales, Reino Unido. Él es el líder de la investigación del Templo de Anubis. Las momias encontradas ahí, explica, son un ejemplo tangible de la importancia que en Egipto tuvieron los cultos a estos animales sagrados. Además, gracias a las nuevas tecnologías, por primera vez miles de restos de este tipo pudieron ser sometidos a profundos análisis con el fin de conocer los secretos detrás de sus vendajes.

La responsable de realizar la titánica labor de identificación de los millones de fardos fue la doctora Salima Ikram, una de las más importantes egiptólogas del momento. Para descubrir el interior de estos sacos mortuorios sin dañarlos, utilizó sistemas de rayos X y escáneres. Una de las cuestiones que se esperaba conocer a partir de este estudio era la verdadera naturaleza de Anubis, el dios cánido relacionado con estos ritos funerarios. "Nadie está seguro de si el animal votivo de Anubis, el dios de la momificación, es un chacal, un perro,

FOTOS: GETTY IMAGES



**ESTATUA DE HÁNUMAN.** La cara y manos negras de los monos langures son relacionadas con las quemaduras de este dios del panteón hindú.

## Poder bestial



**En la antigüedad estuvo arraigada la creencia de que los animales, en su primitivo aspecto, poseían ciertas habilidades o poderes superiores a los del ser humano, de ahí que en varias religiones jueguen el papel de acompañantes o, en su defecto, de atributos de los dioses. En otras son usados como sacrificios, o se les rinde tributo directamente con el fin de obtener algunas de sus cualidades, como es el caso del shamanismo.**

**Fue con la llegada del antropocentrismo que poco a poco las deidades de estas sociedades dejarían de ser representadas por animales e irían tomando formas cada vez más humanas. Es el caso de los griegos o romanos, cuyos dioses son eminentemente humanos. Aun así, no pudieron zafarse del todo de su pasado bestial y surgieron seres zoomórficos, mitad hombre mitad animal, como los centauros, esfinges, hombres lobo, entre otros. En otros casos el animal se convirtió en mero protector o representante de los dioses o de alguna de sus características principales. En la religión egipcia, la cual es, junto con la hindú, una de las que mantuvo en mayor medida su pasado zoomórfico, este proceso también ocurrió. De posiblemente haber sido formas enteramente animales hubo una adaptación al cambio de pensamiento al interior de su cultura hasta terminar convirtiéndose en seres antropomorfos con cuerpo humano y cabeza del animal sagrado de la divinidad en cuestión.**

un lobo o un zorro", explicó en abril pasado la doctora Ikram. Sin embargo, tendrá que esperar un poco más antes de conocer las respuesta, pues aunque se descubrió que la gran mayoría de las momias –92 por ciento– pertenecen a ejemplares de *Canis lupus familiaris*, muchas osamentas corresponden a chacales, zorros, gatos, babuinos, halcones e incluso ibis, lo que no aclara el enigma sobre la naturaleza del dios del embalsamamiento. También resalta la enorme cantidad de cuerpos de cachorros, de apenas unos días de nacidos, que se cree pudieron ser muertos por inanición.



Las investigaciones hechas por Nicholson y su equipo sugieren que en el pasado Saqqara fue un enorme centro de peregrinación. Eso explicaría la enorme cantidad de momias de animales encontradas, pues seguramente fueron usadas como ofrendas votivas para las deidades, una suerte de 'velas' en el contexto católico que eran ofrecidas en el templo. El profesor Campbell Price, de la Universidad de Swansea, en Gales, comenta que, como "los antiguos egipcios eran devotos a dioses con formas de animales, el poseer una momia hecha con un animal real era una manera de conectar con sus deidades".

No obstante, con la llegada de la ocupación romana hacia el año 30 a. C., estos cultos a animales comenzaron a decaer en Egipto, y con ello el negocio de las momias y las peregrinaciones.

### Dioses peludos

Cierto es que la civilización del Nilo no fue la única que elevó fieras al rango de dioses. En América y otras regiones las serpientes fueron un animal de culto, junto con el jaguar y el coyote. Los indios navajo tenían a la 'Gran Mosca', y varios pueblos de Euroasia rindieron rituales a los dioses equinos. El oso también fue una deidad recurrente en los panteones de todo el mundo, y los pescadores de las islas Fiji pedían al dios tiburón *Dakuwaqa* protección para internarse en el mar. Aunque después del Egipto faraónico estos cultos no se repitieron con la misma fuerza en ningún otro lugar del mundo, tampoco puede resumirse como una práctica aislada o fuera de uso. Para muestra, basta ver la religiosidad que aún hoy impera entre los pueblos nuer, una sociedad nómada que habita en Sudán del Sur, la cual centra sus cultos en su ganado bovino; por otro lado, en toda India cada día sus más de 1.252 millones de habitantes, según el censo de 2013, conviven a diario con vacas, monos, ratas, cobras, elefantes y otros tantos representantes de dioses en la Tierra a los que se les venera de diferentes maneras.

**Sabías que...**



**En el antiguo Egipto el embalsamamiento tenía el objetivo de ayudar a los muertos a llegar lo mejor preservados posibles a la otra vida. En cambio, los animales se momificaban para ser ofrecidos a los dioses.**

Cierto es que religiones monoteístas como el cristianismo o el islam, que permean en casi todo el globo, han suplantado y casi extinguido estas costumbres; sin embargo, a lo largo de la historia, sobre todo en los orígenes de las sociedades primitivas, los dioses animales fueron la regla. La mejor

FOTOS: GETTY IMAGES, MUSEO BRITÁNICO



## No me comas

Siguiendo con la idea de Cimmino, existe una estrecha relación entre los animales-dioses y las culturas en que son idolatrados. Sin embargo, resulta peculiar el caso de Egipto pues, a diferencia de sus países vecinos, no es una tierra prolífica en fauna; gran parte de su territorio está cubierto por arena. Ello no impidió que casi cada población importante fuera dedicada a algún animal: Menfis estaba consagrada a los toros Apis; Bubastis, en el delta del Nilo, era resguardada por la diosa gata Bastet; en Isna se veneraba a los peces; Saka (Cinópolis en griego) fue consagrada a la deidad-perro Anubis; Nejen (en griego Hieracómpolis) era centro de culto del dios halcón Hor o Horus, mientras que en la región del lago Moeris, en Cocodrilópolis, tenían a Sobek, el cocodrilo, como su señor protector.

De todos, este último caso es quizá uno de los más extraordinarios. El lagarto más grande de África tiene la reputación de ser también el mayor devorador de hombres de ese continente. La proximidad de su hábitat natural, el río Nilo, con las diferentes poblaciones apostadas en sus márgenes, aún hoy propicia desafortunados encuentros entre ambas especies. Puede que en el pasado estos ataques fueran más frecuentes, a pesar de lo cual durante siglos fue objeto de veneración en Arsínoe (conocida como Cocodrilópolis en Grecia), actual región de El Fayum.

En esta urbe dichas criaturas eran sagradas y, a pesar del peligro de convivir con tal depredador, algunas eran domesticadas para residir en templos. Se les adornaba con pendientes de oro en las orejas y pulseras en las patas; todos los días se les ofrecían exquisitos manjares, pastel, leche, carne, pan, vino e incluso víctimas, todo para que vivieran cómodamente. Una vez muerto, la representación de Sobek era embalsamada y enterrada con lujo.

La razón de que animales peligrosos como este depredador u otros como el león o el tiburón fueran reverenciados se debe al temor que las sociedades sentían por ellos. Se trata de un deseo de aplacar su ira o temperamento; es decir, un "hacer las paces" con la esperanza de evitar más ataques.

En el caso particular de los cocodrilos, su culto en tierra egipcia tenía además un lado positivo, señala la experta en zooarqueología por la Universidad Americana de El Cairo, la doctora Salima Ikram. Por instinto estos lagartos saben el nivel más alto que alcanzará el río, y entierran sus huevos justo por encima de ese punto; esto servía para conocer la altura máxima que cada año alcanzarían las crecidas del Nilo, de ahí que Sobek fuera considerado un símbolo de la fertilidad y una deidad benévola.





**MIENTRAS QUE** en la Isla de Pascua se adoró a la golondrina de mar (arriba), los caballos fueron sagrados para los celtas (abajo). En India (izquierda) los monos se aprovechan de su condición divina y en Karni Mata las ratas son veneradas, ahí viven 20.000 de ellas.

**La mayoría de las religiones contienen algún tipo de imaginería animal o implican animales en sus rituales.**

evidencia de la fascinación que los hombres de aquellos tiempos lejanos sentían por los animales se encuentra en las pinturas rupestres. Según el prehistoriador español Francisco Jordá Cerdá (1914-2004), estas representaciones pictóricas constituyen una especie de "biblia gráfica" que nos legaron para entender su visión del mundo. Pero ¿qué es lo que encontramos en ellas? Las figuras centrales o dominantes eran por lo general animales pintados con gran realismo, no humanos.

Esta importancia probablemente se deba al relevante papel que esas criaturas tuvieron en la vida y mantención de aquellas sociedades. Como explica Franco Cimmino en su libro *Vida cotidiana de los egipcios*, los animales domesticables o que servían de alimento al ser cazados (como el venado, el caballo u otros tipos de ganado) fueron elevados al estatus de 'fuentes de vida' o dioses benefactores, en tanto que aquellos que suponían un peligro para el individuo o el clan obtuvieron el papel de 'portadores de muerte', y como tales eran temidos, respetados y adorados.

## Tradición vigente

A pesar de las buenas intenciones de los fieles, seguramente fueron muchos los problemas que estos animales causaron en la antigua Cocodrilópolis y sus alrededores, donde merodeaban con libertad.

FOTOS: GETTY IMAGES; EFE/ ZUMA PRESS; MUSEO DE LOUVRE



**LOS ANIMALES** que vivían como gatos domésticos eran representaciones de Bastet, y hacerles daño estaba prohibido.

## Dentro de ti

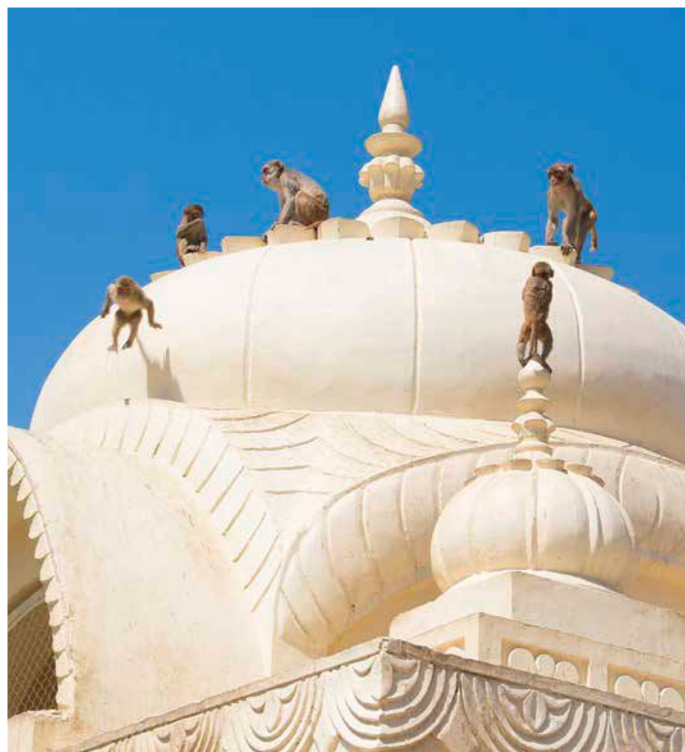
Las sociedades que practicaron el culto a los animales creían que la esencia de ciertas divinidades encarnaba en estas fieras. A veces el dios elegía un determinado ejemplar de una especie para morar en él; cuando este moría, pasado un tiempo la deidad buscaba un nuevo sucesor dónde renacer, el cual era adorado en vida; fue el caso de los afamados toros Apis de la época antigua. En otras, se creía que la deidad habitaba en todos los integrantes de una especie (como es el caso de las creencias hindúes), por lo que prohibían matarlos o comerlos. Al morir, estos debían ser sepultados de modo apropiado. Esto explica por qué, según Heródoto, en el Egipto faraónico el castigo por matar intencionalmente a un gato (así como a otros animales sagrados como el ibis o el halcón) era la muerte. No obstante, las catacumbas de Anubis en Saqqara destacan por la enorme cantidad de animales embalsamados localizados ahí. Al parecer, quitar la vida a estos seres era permitido en caso de ofrendas.



En la India moderna no tienen cocodrilos –por fortuna– pero sí macacos rhesus y langures (*Semnopithecus entellus*), representantes de Hánuman, una de las deidades más importantes de la tradición hindú.

El hinduismo es la tercera religión más importante del mundo, y la única a gran escala que mantiene fuertemente el culto a los animales sagrados.

En toda India, así como en otras regiones de Asia, se pueden visitar templos dedicados a los dioses donde se atiende a sus animales representantes en la Tierra. Esta costumbre de orígenes antiquísimos sigue en funcionamiento. El caso más conocido es el de las vacas, de las cuales unas 35.000 vagan libremente por el territorio, y cuya carne tienen prohibido comer sus feligreses. El origen de esta tradición se encuentra en una leyenda la cual dice que el dios Brahma, uno de los más importantes de este panteón, se transformó en vaca y usó su leche para alimentar al hombre.



Estatus similar lo tienen también las cobras, las ratas o los mencionados monos. Esta religión, que cuenta con unos 870 millones de seguidores en el mundo, rinde culto a varios dioses y diosas a través de sus animales. Parte de la razón que sustenta esta creencia es que para ellos, al morir, el alma reencarnará en diferentes individuos, que pueden ir desde un cuerpo humano hasta el del más pequeño de los bichos. Solo después de muchas vidas se podrá alcanzar el estado de iluminación necesario para alcanzar el Nirvana.

FOTOS: GETTY IMAGES

### Sabías que...



Los animales momificados más antiguos encontrados corresponden al 800 a. C. Se cree que durante este periodo se llegaron a momificar hasta 70 millones de animales.

### Divino problema

En Nueva Delhi, capital de India, habitan unos 10.000 monos que conviven a diario con los residentes del país que cada martes y sábados, días dedicados a Hánuman, rezan a esta divinidad. El problema es que, dado su estatus de animal sagrado, los monos literalmente hacen lo que quieren: en la mañana hordas de estos pequeños primates se dedican a robar comida, no importa si se trata de un restaurante o una casa. Muerden, destruyen e incluso 'extorsionan' tomando algún objeto que solo devuelven a cambio de comida. Hace unos años la manera en que se les combatía era mediante cuadrillas de monos langures entrenados para espantar a los 'revoltosos'. Sin embargo, hace poco se prohibió el uso de estos animales como patrulleros, lo que ha agravado la situación de esta singular urbe.

Dado que está prohibido matarlos, los simios se han reproducido de modo desmesurado. Por el momento son los mismos entrenadores de los langures los que se encargan de espantar a los primates mediante sonidos guturales. Pero ya se investigan otras formas de controlar el crecimiento de sus poblaciones; por ejemplo, se analiza la posibilidad de darles anticonceptivos a través de los alimentos o, en su defecto, choques eléctricos de baja intensidad que los hagan desistir de sus fechorías. Parece que estos dioses sí que saben causar problemas. M

Fuente: *Historias: Libros I–IV*, de Heródoto; *Divine Creatures: Animal Mummies in Ancient Egypt*, de Salima Ikram; *Sobre una posible mitografía del santuario de Llonin*, de Francisco Jordá Cerda; *www.saqqara.nl*

**PARA SABER MÁS**

*Los dioses increíbles*, de Luis Pancorbo, Siglo XXI de España Editores, 2011.

CRÍPTIDOS PREHISTÓRICOS

# Jurásicos modernos


VIDEO DE BOISE.

## Un video supuestamente reveló la existencia de una criatura extinta hace millones de años. Por Guadalupe Alemán

El 4 de septiembre de este año apareció en YouTube un video en el que se ve a una extraña criatura surcando los cielos de Boise, Idaho. Un mes más tarde el video había obtenido casi dos millones de visitas.

El video de Boise es solamente una de las múltiples 'pruebas' que esgrimen algunos para demostrar que los grandes reptiles voladores prehistóricos siguen vivos. He aquí otros tres 'casos':

Una vieja fotografía color sepia que muestra a siete soldados estadounidenses con armamento y uniforme de la Guerra Civil, parados triunfalmente ante lo que parece ser un pteranodonte recién abatido.

En 1923 el explorador británico Frank H. Melland escuchó que los nativos de la región pantanosa de Jiundu (cerca de la actual Zambia) le temían a un agresivo reptil volador con alas de murciélago que abiertas medían entre cuatro y siete metros. Cuando Melland les mostró ilustraciones de un pterosaurio, los nativos lo identificaron como el mismo monstruo que los aterrorizaba, al que llamaban Kongamato ('rompe-botes').

El 9 de febrero de 1856, el *Illustrated London News* reportó que algunos obreros franceses se encontraban trabajando en el corte de un túnel ferroviario en Culmont, Haute-Marne, cuando vieron emerger de una cavidad a una criatura monstruosa. Tenía el cuello largo, la piel gris, un pico lleno de dientes, afiladas garras y alas membranosas. De acuerdo con el diario, la criatura –que murió inmediatamente– fue llevada a Gray, "donde un naturalista muy versado en el estudio de la paleontología la reconoció como perteneciente al género *Pterodactylus anas*".

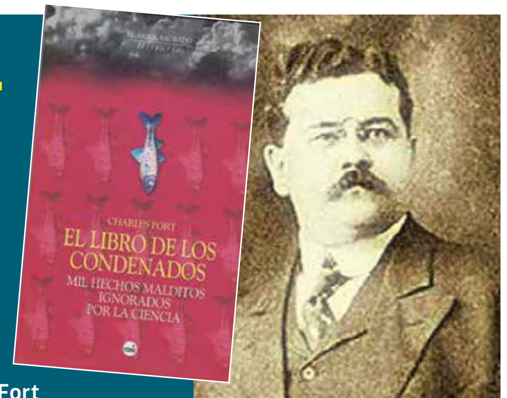
### Jugando al escondite con Pie Grande

Existe una pseudociencia encargada de buscar criaturas que la zoología ha decretado extintas o inexistentes. Se llama criptozoología, término que proviene del griego *cryptos* (oculto); *zoos* (animal), y *logos* (estudio). Este "estudio de los animales ocultos" arrastra cierta incongruencia desde su nombre porque si por definición se ocupa de organismos que han logrado esconderse durante milenios, ¿cómo puede estudiarlos? Pues solo a partir de avistamientos esporádicos, pruebas anecdóticas e interpretaciones muy libres de relatos mitológicos, vale decir, de indicios demasiado vagos y discutibles como para ser tomados en serio. Las criaturas descritas por los criptozoólogos se denominan críptidos. Algunos de los críptidos más famosos en la cultura popular son Pie Grande, el Yeti, el Monstruo del Lago Ness y el Chupacabras (muy 'conocido en nuestro país, sobre todo en el campo, donde aseguran haberlo visto o al menos, ser sus víctimas por las extrañas muertes de animales). Otros menos 'mediáticos' –aunque no menos fabulosos– son la Bestia de Bray Road, la cual hizo su primera 'aparición' en 1936 en un camino rural a las afueras de Elkhorn, Wisconsin, Estados Unidos; se le describe como un bípedo grande y peludo que comparte ciertos rasgos con los hombres lobo. O el mapinguarí, también conocido como isnashi, supuesto mamífero mítico oriundo del Amazonas que el folclor brasileño describe como una criatura con facciones humanas, pelaje rojo y una segunda boca en el abdomen, del que se desprende un olor nauseabundo que atrae a las moscas; según los criptozoólogos, el mapinguarí es en realidad un pacífico megaterio –o sea, un perezoso gigante de la Era del Hielo–,

FOTO: 123RF.COM

y la 'segunda boca' la interpretan como una glándula abdominal que al parecer usaban los megaterios cuando se encontraban en peligro. También se habla de la lukwata, serpiente acuática que supuestamente vive en los pantanos de Sudán y mide más de 30 metros de longitud. Un artículo de 1937 escrito por el capitán estadounidense William Hichens narra que los ojos de este reptil "lanzan mortíferos destellos de fuego" y que la bestia se alimenta de humanos y de otras grandes criaturas, a las que atrapa con tentáculos que salen de su hocico. Aunque este perfil no corresponde con el de ningún animal conocido, echando a volar la imaginación podría llegarse a creer que se trata un plesiosaurio o de algún otro sáurido prehistórico.

## Club de creyentes... (¿o de crédulos?)




**La criptozoología, la ufología y las ciencias ocultas pertenecen al tipo de fenómenos que también son conocidos como "forteanos". Este adjetivo deriva del apellido de Charles Hoy Fort (1874-1932), excéntrico investigador y escritor estadounidense. En su obra más conocida, *El libro de los condenados*, Fort recopiló miles de 'hechos' sorprendentes, según él testificados y comprobados pero deliberadamente ignorados por la ciencia ortodoxa. Entre ellos habla de lluvias de sangre, chubascos de sustancias gelatinosas, meteoritos con extrañas inscripciones, lunas azules, soles verdes, visitantes en Venus y, desde luego, diversas especies de críptidos. El desprecio que Fort mostró por la ciencia se puede resumir en una de sus frases: "las tres leyes de Newton son actos de fe". En 1931 fue fundada la Sociedad Forteana (hoy Organización Internacional Forteana, o INFO por sus siglas en inglés), dedicada a investigar esta clase de fenómenos.**

Fuentes: *El libro de los condenados*, de Charles Fort; *forteans.com*; *rspb.royalsocietypublishing.org*

## ¿Rezagados por Noé?

Es innegable que en nuestro planeta quedan todavía sitios inexplorados y fronteras por conquistar, de hecho hoy conocemos mejor la superficie de la Luna que la zona abisal de los océanos. Además, dada la increíble biodiversidad de la Tierra, los biólogos calculan que aún puede haber más de diez millones de especies por descubrir. Dicho lo anterior, ¿existen fundamentos válidos para especular que algún día nos toparemos con pterodontes, unicornios o chupacabras?

Lamentamos ser aguafiestas, pero la verdad... no. Para explicar por qué, partamos de un caso reciente y muy emblemático. En julio de 2012, un equipo dirigido por el zoólogo japonés Tsunemi Kubodera logró captar por primera vez a un calamar gigante vivo en aguas muy profundas. El hallazgo de un molusco de más de diez metros de longitud hizo que la prensa se entusiasmara llamándole "el verdadero Kraken", y como era previsible, los criptozoólogos aprovecharon para argumentar que siempre habían tenido razón. Sin embargo, el gigante submarino grabado por Kubodera no es un críptido, sino un cefalópodo del género *Architeuthis*. Solo es posible llamarle "Kraken" si modificamos las características del animal real hasta hacerlas cuadrar con las de un ser mítico o extinto, artimaña que, por cierto, aplican los criptozoólogos continuamente cuando intentan apropiarse de los descubrimientos de la zoología.

Hablando de descubrimientos, comparemos las operaciones de la criptozoología con las del método científico. La zoología procede arrojando luz sobre lo desconocido con el fin de asimilarlo al horizonte del saber. Para ello recopila evidencias, realiza pruebas repetibles y descarta las hipótesis no comprobables. Hasta hace relativamente poco, por ejemplo, se creía que el ornitorrinco era un críptido o un fraude (no fue sino hasta 1884 cuando el británico W.H. Caldwell confirmó que los ornitorrincos ponen huevos). Siguiendo el método científico, los naturalistas del siglo XIX probaron sin lugar a dudas que esta extraña criatura australiana sí existe, y hoy nadie en su sano juicio puede seguir pensando que se trata de un ente de ficción. Lo que solía ser un misterio ha sido incorporado a la esfera del conocimiento. En cambio, la criptozoología jamás ha podido aportar una sola prueba convincente de que algún críptido existe. Puesto que esta pseudociencia se nutre del secreto y de la oscuridad, suele aducir que la falta de pruebas solo confirma la elusividad de la criatura en cuestión, pero es un mecanismo mental tan burdo como el chiste tonto: "¿Has visto a un elefante escondido detrás de una frutilla?" "No, nunca." "Qué bien se esconden, ¿verdad?"

FOTO: NATIONAL PARANORMAL SOCIETY

En cuanto a las supuestas evidencias fotográficas de criaturas prehistóricas, pueden ser montajes –que cabe recordar, existían mucho antes de la invención del Photoshop y de lo que Hollywood llama efectos especiales–. De acuerdo con algunos escépticos, el caso específico del "pterosaurio de la Guerra Civil" es una imagen creada para promocionar la serie de televisión *Freaky Leaks* (que salió al aire por la cadena Fox, de octubre de 2000 a junio de 2001), concretamente el episodio cuatro titulado "Coelacanth This!" El "pterodáctilo francés" también tiene una explicación curiosa. Como ya se mencionó, el servicial paleontólogo de Gray clasificó a la criatura como un *Pterodactylus anas*. ¡Pero la paleontología nunca había mencionado tal especie, ni volvió a ocuparse de ella más tarde! ¿Por qué? Fácil: ese 'nombre científico' no es más que una broma o un ingenioso juego de palabras. *Anas* significa "pato" en latín, o sea, *canard* en francés. Y en el habla popular de la época, *canard* también era sinónimo de "mentira" o "engaño". Más claro, imposible.

## Por lo tanto...

La verdad es que nos encantaría creer en la existencia de seres fabulosos y en la supervivencia de los dinosaurios o de cualquier otro reptil prehistórico (aclaración al margen: ni los pterosaurios ni los pterodáctilos eran dinosaurios). Esta añoranza por el mito y la prehistoria –o como dirían algunos, por el mundo antediluviano– obedece a diversas razones. En la era victoriana, por ejemplo –justo la época en la cual se publicó la noticia del pterodonte francés–, estaban de moda tanto la paleontología como la novela *El mundo perdido*, de Arthur Conan Doyle, y los hallazgos de sorprendentes especies nuevas se encontraban a la orden del día. Actualmente la posibilidad de coexistir con un apacible diplodocus o de montar un triceratops nos transporta al idílico mundo de *Dinotopia*, al pueblo animado de Piedradura o, en el peor de los casos, al distópico Parque Jurásico. Peligrosos pero sin duda más emocionantes que nuestra rutina cotidiana. M

## CIENCIA EN LA OBRA DE LEWIS CARROLL

# Letras numéricas

**Sin las paradojas matemáticas y la lógica de lo absurdo, *Las aventuras de Alicia en el País de las Maravillas* no hubiera festejado sus 150 años de vida.**

**Por Iliana Fuentes López**

*"¿Qué me importa a mí ese jolgorio, si mi mente está llena de potencias y quebrados? $x^2 + 7x + 53 = 11/3$" –Charles Lutwidge Dodgson*

La idea de aquella historia surgió en una pequeña barca que, durante un paseo veraniego en 1862, navegaba por el río Támesis, en Oxford, Inglaterra. A bordo iban el matemático inglés Charles Lutwidge Dodgson, su colega Robinson Duckworth y la familia de Henry Liddell, decano del Christ Church College, todos de la Universidad de Oxford. Para entretener a las hijas de Liddell –Lorina, Alice y Edith–, Dodgson improvisó una historia; en ella una niña llamada 'Alice' se sumergía en un extraño mundo subterráneo tras perseguir a un conejo blanco. La historia les gustó tanto que Alice de carne y hueso pidió a Dodgson que escribiera el cuento para ella; él le entregó un manuscrito con ilustraciones hechas con su propia mano, pero años después agregó algunos capítulos y detalles a la historia. Los dueños de la editorial Macmillan se interesaron en el cuento y sugirieron publicarlo bajo el pseudónimo usado antes por Dodgson: Lewis Carroll. Después de agregarle nuevas ilustraciones, y descartar las primeras propuestas de título (*Alicia entre las hadas* o *La hora dorada de Alicia*), el libro fue publicado en julio de 1865 como *Las aventuras de Alicia en el País de las Maravillas.* Han pasado 150 años desde entonces, y hasta la fecha no ha dejado de ser impreso.



**PERSONAJE.** Existe la teoría de que Lewis Carroll se inspiró en la niña Alice Liddell (1852-1934) para la creación de su *Alicia*.

### Arrebato inevitable

Charles Dodgson tuvo una aptitud nata para las letras y los números. Fue un estudiante e investigador de excelencia en la trayectoria de sus dos profesiones: lenguas clásicas y matemáticas; sin embargo, fue esta última la que prevaleció. Diversos historiadores y biógrafos han afirmado que la formación matemática de Dodgson fue un elemento importante en su obra literaria, en la que además de *Alicia...* está incluida la secuela *A través del espejo y lo que Alicia encontró allí* (1871), la colección *Fantasmagoría y otros poemas* (1869), los versos *La caza del Snark* (1876), la novela corta *Silvia y Bruno* (1889), entre otros. Estos trabajos inevitablemente muestran guiños matemáticos sobre aritmética, geometría, lógica y física.

Uno de los conceptos con los que Lewis Carroll estaba obsesionado era la medición del tiempo. De pequeño hizo dos revistas para sus hermanos, *Mischmasch* y *The Rectory Umbrella*, en las que en 1849 cuestionó el problema de cómo saber cuándo comienza un día: "¿En qué momento de la rotación de la Tierra tiene lugar el cambio de nombre de cada día? ¿Dónde pierde un día su identidad? [...] Habría que determinar un punto preciso en el que tuviera lugar ese cambio, de modo que el inquilino de una determinada casa, al despertar, dijera: ¡Qué bien, ya es martes!". Esta misma inquietud se refleja en algunas escenas de *Alicia...* Una es la charla con la Duquesa, en el capítulo seis, donde esta dice: "Si cada cual se ocupase de sus propios asuntos, el mundo marcharía más deprisa de lo que va", y Alicia responde: "Lo que no sería una ventaja, desde luego. ¡Piense en lo que les costaría adaptarse al día y la noche! Como sabe, la Tierra tarda veinticuatro horas en ejecutar un giro completo...". La Duquesa exclama entonces: "Ya que hablamos de ejecutar, ¡que le corten la cabeza!". La duda de Carroll se desvaneció cuando en 1884 se estableció internacionalmente al meridiano de Greenwich como la línea imaginaria que separa las longitudes este y oeste, para medir el cambio de día a noche.

Otro elemento físico más en la lista de obsesiones fue la gravedad, mencionada en el inicio de *Alicia...* mientras ella cae en la madriguera del conejo blanco: "¿La caída nunca tendrá un final? Me pregunto cuántos kilómetros llevaré recorridos hasta este momento. Debo de hallarme en algún punto próximo al centro de la Tierra. Veamos: el centro debe de estar a unos seis mil kilómetros de profundidad, o eso creo... Sí, esa es la distancia correcta, pero me pregunto qué

FOTO: GETTY IMAGES

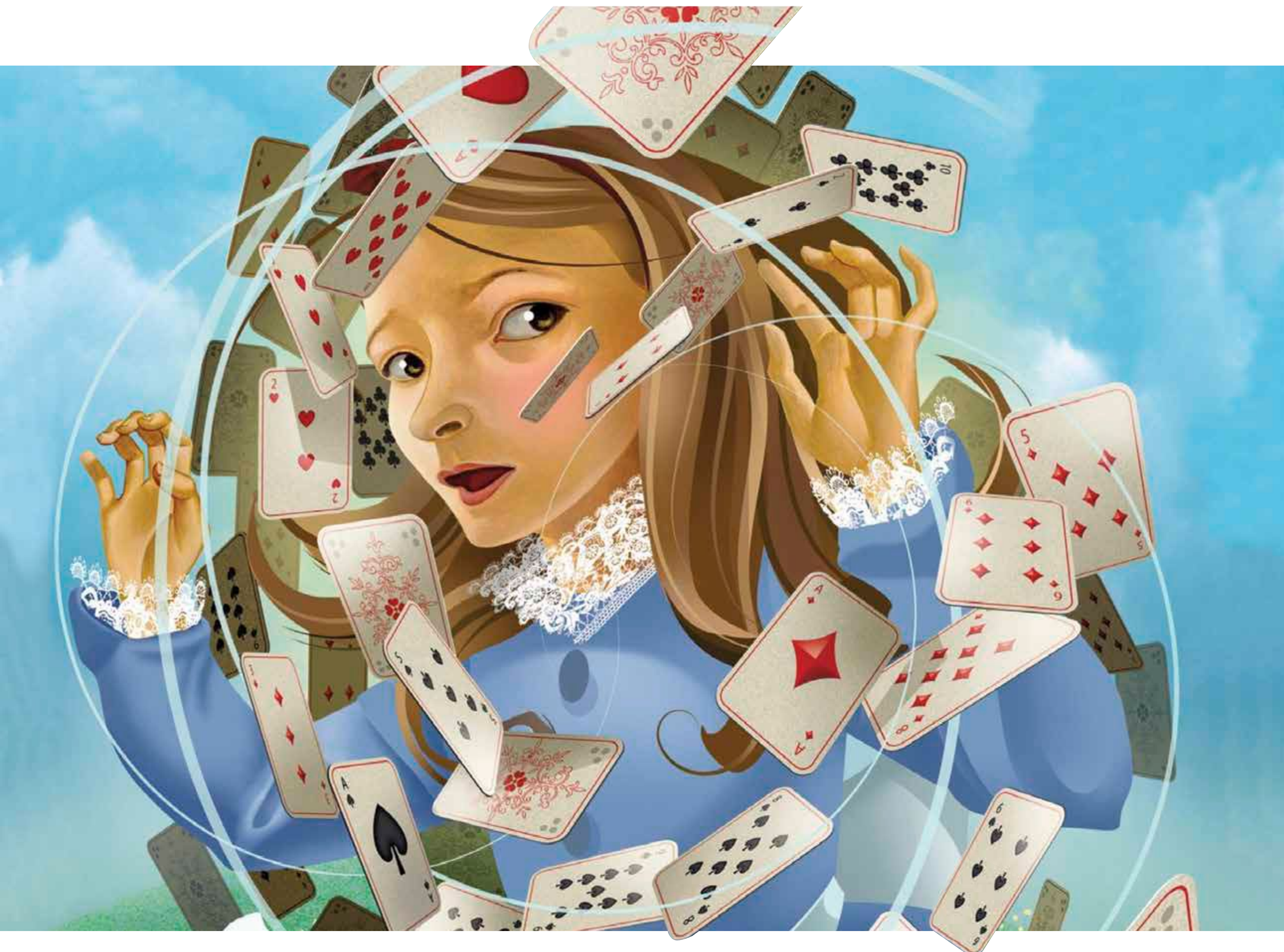


FOTO: ROYAL MAIL/ ALICE IN WONDERLAND STAMPS TO CELEBRATE THE 150TH ANNIVERSARY/ GRAHAME BAKER-SMITH

latitud o longitud he alcanzado. [...] ¡Quizá caigo y atravieso la Tierra! ¡Qué divertido sería aparecer entre gente que camina cabeza abajo!". Mientras, en *Silvia y Bruno*, el personaje Mein Herr menciona a Lady Muriel un invento de su país, que consiste en un tren que no necesita motor para impulsarse, sino un mecanismo de gravedad. "¡No entiendo nada!", replicó el Conde, a lo que Mein Herr contestó: "Todas las vías discurren por un largo túnel perfectamente recto. Como es natural, el punto medio del túnel se encuentra más cerca del centro de la Tierra que los extremos, de forma que los trenes realizan medio trayecto cuesta abajo y eso les da impulso suficiente para recorrer la otra mitad del camino cuesta arriba".

## Sentencias retadoras

Carroll fue profesor en Oxford durante 26 años (de 1855 a 1881). Destacó por enseñar matemáticas con narraciones y acertijos humorísticos, aunque algunos colegas y alumnos no estaban de acuerdo con ese método poco convencional de dar clase. Desarrollaba problemas algebraicos, geométricos, aritméticos y de cálculo que pudieran ser fácilmente integrados a la vida cotidiana y poner a prueba el razonamiento. Esta misma técnica la aplicó en sus varios libros de ejercicios, glosarios y manuales especializados para alumnos de distintos niveles académicos (ver recuadro).

En el siglo XIX, en la época victoriana, la enseñanza de la geometría se basaba primordialmente en el tratado *Elementos* (300 a. C.) del escritor griego Euclides de Alejandría. Se dividía en 13 libros que explicaban la geometría elemental de triángulos (trigonometría), círculos, rectángulos, cuadriláteros, líneas paralelas y figuras en tres dimensiones (cubos, esferas, conos, cilindros y pirámides). El tratado se distinguía por tener cinco principios evidentes por sí mismos, por lo tanto eran válidos sin necesidad de demostrarlos; por ejemplo: "todos los ángulos rectos son iguales". Es decir, eran axiomas que daban por hecho la definición de conceptos básicos como "punto", "segmento" o "distancia", para construir argumentos con razonamiento lógico y riguroso, a través de fórmulas, tal como el 'Teorema de Pitágoras'.

Lewis Carroll, así como otros profesores contemporáneos, recurrían a las matemáticas euclidianas en sus clases. Pese a que él identificó inexactitudes en varias traducciones de *Elementos*, del griego al inglés, defendía sus postulados. Decidió redactar varios panfletos para que sus alumnos y colegas pudieran leer el tratado de la manera más fiel posible al texto original.

En sus dos historias sobre Alicia también está presente dicha influencia matemática. En *A través del espejo...* ella se convierte en un concepto geométrico al moverse como una pieza de ajedrez.

## Recreo necesario

Carroll usaba el lenguaje matemático incluso en reuniones con sus amigos, o en las cartas que enviaba a sus familiares, pero no siempre con jerga formal. Tal es el caso del método que inventó en 1887 para averiguar, en 20 segundos, qué día de la semana es en cualquier fecha, y que compartía con sus conocidos. Otra de sus habilidades era la escritura de poemas simétricos, que podían

# Acertijos del cuento



**En varios diálogos de los personajes de *Alicia en el país de las maravillas* se aprecian ciertos acertijos:**

- **¿En qué se parecen un cuervo y un escritorio?** Respuesta desconocida, aunque Carroll alguna vez respondió "En que producen notas muy bajas…".
- **¿Cuántos pasteles puedo comer con el estómago vacío?** La Liebre de Marzo responde: "…solo uno porque cuando me vaya a comer el segundo, ya no tendré el estómago vacío".
- **¡Qué reloj más raro! ¡Señala el día del mes, y no señala la hora que es!** El Sombrerero explica que su reloj tenía dos días de error, y que al igual que el reloj de Alicia, no señala el año en curso "porque está mucho tiempo dentro del mismo año".

Este acertijo está basado en otro que planteó abiertamente Carroll: "¿Cuál de estos dos relojes funciona mejor, el que da la hora exacta una vez al año, o el que nos indica la hora correcta dos veces al día? 'El segundo', responderían, 'como es natural'. Pues bien, queridos lectores, presten atención. Tengo dos relojes, uno que 'no funciona' y otro que se atrasa un minuto cada día. ¿Cuál de los dos les parece mejor? '¡El segundo!', responderían, 'como es natural'. Pero, fíjense: habría que pasar doce horas, es decir, 720 minutos, antes de que el reloj que se atrasa un minuto al día vuelva a dar la hora exacta, de lo que se deduce que sólo marcará la hora exacta una vez cada dos años, mientras que el otro dará la hora exacta cuando llegue la hora que marca, es decir, dos veces al día. De modo que no tiene ningún sentido su elección". Fuente: *Matemática demente*, de Lewis Carroll (traducción y prólogo de Leopoldo Panero)



leerse exactamente igual de manera horizontal y vertical. También mencionaba anécdotas amenas y acertijos para describir sucesos cotidianos, entretener o parodiar controversias sociales. Su folleto *La dinámica de una partícula* (1865) es un ejemplo. En él hace una sátira sobre el proceso de elección de los profesores candidatos que representarían a la Universidad de Oxford en el Parlamento inglés, basado en los postulados euclidianos: "El enfrentamiento plano es la inclinación mutua de dos votantes, que se encuentran uno con otro en un mismo plano, y cuyas opiniones no siguen la misma línea recta". En vez del postulado original de Euclides sobre "siempre es posible prolongar indefinidamente una línea recta en ambas direcciones", él escribió en su parodia: "siempre es posible prolongar hasta donde se quiera un argumento finito (es decir, requeteusado y manido) en debates posteriores".

**_Alicia en el País de las Maravillas_ podría ser una crítica a los nuevos postulados geométricos introducidos en la época victoriana.**

En ese sentido, Carroll fue de los primeros en hacer de las matemáticas un pasatiempo. Con esa filosofía durante cuatro años escribió una columna de problemas matemáticos y lógicos, a modo de relato breve, en la revista *The Monthly Packet*, que luego se convirtieron en el libro de diez acertijos *Un cuento enredado* (1885). Cada adivinanza era un "nudo" que sería deshecho por los lectores al resolverlo. El segundo nudo, por ejemplo, decía: "El gobernador de Kgovjni quiere celebrar una cena íntima, a la que pretende invitar al cuñado de su padre, al suegro de su hermano y al padre de su cuñado. ¿Cuántos eran los invitados a la cena?". Lewis solía resumir los acertijos, luego de presentarlos en un relato, para introducir la respuesta; en el caso del segundo nudo, el resultado es uno. La finalidad es que estos ejercicios fueran útiles para fomentar el pensamiento matemático y la imaginación en cualquier persona.

## Rompecabezas y paradojas

La lógica es el recurso que más utilizó Lewis Carroll en sus obras literarias. En *Alicia en el País de las Maravillas* abundan los silogismos, un tipo de razonamiento que parte de dos premisas para llegar a una conclusión. Un ejemplo recurrente para entenderlos era: "Todos los hombres son mortales" y "todos los griegos son hombres", por tanto "todos los griegos son mortales". Sin embargo, a Carroll le gustaban los silogismos absurdos, en los que ocupaba más de dos premisas, con estructura diferente, para complicar el razonamiento. Uno de sus silogismos más famosos tenía estas premisas: "los bebés son incoherentes", "nadie capaz de vérsela con un cocodrilo merece nuestro desprecio", y "las personas incoherentes merecen nuestro desprecio". Al eliminar el elemento común "incoherentes", la primera conclusión de Carroll era "los bebés merecen nuestro desprecio", pero al deshacerse del otro elemento común "merece nuestro desprecio", la respuesta correcta era "los bebés no pueden vérselas con un cocodrilo". De esa manera, el matemático jugaba con la mente de sus lectores.

En *Alicia…* hay varios silogismos implícitos. Cuando ella cae en la madriguera, revela que le gustaría tener a su gata Dina de compañía en ese momento, pero se preocupa por lo que podría comer, y habla como si se estuviera refiriendo a la gatita: "Me temo que no hay ratones en el aire, pero podrías atrapar un murciélago, y eso es algo parecido a un ratón, ¿sabes? Pero me pregunto si los gatos comen murciélagos". Mientras se va quedando dormida, continúa con su análisis: "¿Los murciélagos comen gatos?, ¿los gatos comen murciélagos?…".

Luego, pasadas unas escenas, se encuentra en un vestíbulo grande, del que desea salir al jardín a través de una pequeña puerta cerrada. Necesita tomar la llave que está sobre una mesa grande, pero en ese momento es

### Sabías que...



Charles L. Dodgson, en alguna de sus cartas, propuso a su hermana Elizabeth nombrar "Paralelepípedo" a una de sus mascotas, porque "es un nombre fácil de recordar y el animalito lo aprenderá enseguida".

FOTOS: ROYAL MAIL/ ALICE IN WONDERLAND STAMPS TO CELEBRATE THE 150TH ANNIVERSARY/ GRAHAME BAKER-SMITH; GETTY IMAGES

demasiado pequeña para alcanzarla. Encuentra entonces un pastelito que tiene escrito con grosella "Cómeme". Aquí Carroll incluye otro silogismo implícito: si Alicia se come el pastelito, crecerá o reducirá su tamaño. Si crece podrá tomar la llave, abrir la puerta e ir al jardín. Si se hace todavía más pequeña, no podrá tomar la llave y no pasará al jardín.

El gato de Cheshire es la conciencia lógica del cuento: "Aquí todos estamos locos. Yo estoy loco. Tú estás loca". Esto, transformado en lógica formal, se traduciría a que si todos los A (personajes) son B (locos), y tú eres A, entonces eres B. Alicia no está convencida y pregunta al gato cómo sabe que él mismo está loco. Su respuesta es un silogismo más complejo: "Para empezar, los perros no están locos, ¿de acuerdo? [...] Ya sabes que los perros gruñen cuando están enojados, y mueven la cola cuando están contentos. Pues bien, yo gruño cuando estoy contento, y muevo la cola cuando estoy enojado. Por lo tanto, estoy loco". El gato de Cheshire incluso era un silogismo en el espacio físico. Cuando se desaparecía, comenzaba a desvanecerse desde la cola hasta terminar por la sonrisa. "'Vaya', pensó Alicia, 'he visto muchas veces un gato sin sonrisa, ¡pero una sonrisa sin gato! ¡Es lo más raro que me ha pasado en mi vida!'"

También había paradojas de lenguaje, por ejemplo, la Liebre de Marzo decía a Alicia: "Toma un poco más de té", y ella respondía: "No he tomado nada todavía, así que no puedo tomar más". El Sombrerero Loco intervino: "Querrás decir que no puedes tomar menos; es muy fácil tomar más que nada".



FOTOS: ROYAL MAIL/ ALICE IN WONDERLAND STAMPS TO CELEBRATE THE 150TH ANNIVERSARY/ GRAHAME BAKER-SMITH; HOUGHTON LIBRARY, HARVARD UNIVERSITY

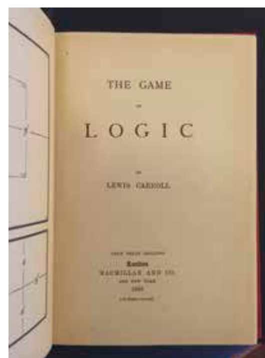
## Negación ilustrativa

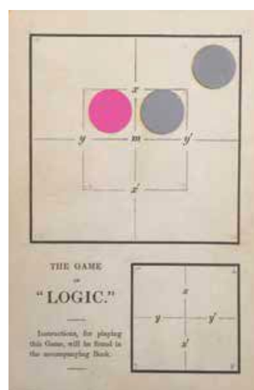
Entre matemáticos hubo momentos de tensión en el siglo XIX, porque comenzaban a aparecer conceptos nuevos como el de los números imaginarios. Especialmente fue controversial la geometría del matemático irlandés William Rowan Hamilton, porque no se basaba en la geometría euclidiana. Él inventó los cuaterniones, expresiones que tenían cuatro números (una mezcla de números reales e imaginarios). Con estas unidades desarrolló ecuaciones algebraicas que podían describir cómo gira un objeto en el espacio tridimensional, considerando el factor del tiempo, algo que la geometría euclidiana no podía demostrar. Los cuaterniones se convirtieron en la base de lo que hoy son los vectores, utilizados para realizar gráficos en el computador. Esto permitió con los años tener una nueva interpretación de la realidad física; sin embargo, Carroll inicialmente se mostró en contra de estos postulados. Era conservador y defendía los principios euclidianos, con el argumento de que la nueva álgebra resultaba absurda.

La doctora Melanie Bayley, de la Universidad de Oxford, sugiere que las escenas de 'locura' en *Alicia en el País de las Maravillas* son en general una parodia que Lewis Carroll hizo de los conceptos de Hamilton. Su prueba más 'evidente' es la del capítulo siete, "Una merienda de locos", donde Alicia conversa con el Sombrerero, la Liebre de Marzo, el Lirón y un personaje ausente al que ellos llaman "El Tiempo". Bayley supone que el comportamiento de estos personajes son la parodia de cómo Hamilton describe a los elementos de sus cuaterniones.

Sea esta teoría acertada o no, lo cierto es que Charles Dodgson no podía imaginar una vida sin una verdad matemática que le diera sentido al mundo, concepción que se ha conservado en sus trabajos literarios. "Dudo mucho que exista en todo el universo de la ciencia un campo tan fascinante para el explorador, tan rico en tesoros escondidos y tan fértil en sorpresas deliciosas, como el de las matemáticas puras". M

Fuentes: *Lewis Carroll en el país de los números*, de Robin Wilson, 2009; "Historia de matemáticas", de José Sánchez, *Pensamiento Matemático*, octubre de 2011; *aliceinwonderland.150.com*




## Bibliografía matemática

Estas son algunas de las más de 30 compilaciones conocidas de notas, ejercicios, panfletos y manuales que Charles Dodgson (Lewis Carroll) escribió, con cierto humor, como profesor e investigador matemático:

**1858** El quinto libro de Euclides probado por el álgebra.
**1864** Guía del estudiante de matemáticas.
**1865** La dinámica de una partícula.
**1866** Condensación de los determinantes.
**1879** Euclides y sus rivales modernos.
**1887** El juego de la lógica.
**1888** *Curiosa Mathematica*, parte I: una nueva teoría de las paralelas.
**1893** *Curiosa Mathematica*, parte II: Problemas de almohada.
**1894** Una paradoja lógica.
**1896** Lógica simbólica, parte I: Elemental

**PARA SABER MÁS**

*Lewis Carroll en el país de los números*, **de Robin Wilson, Editorial Turner Noema, 2009**

ESCRITURAS SIN DESCIFRAR

# En busca del significado perdido

Los textos de las civilizaciones antiguas son esenciales para penetrar en su historia. Algunas de esas culturas continúan siendo un libro cerrado porque ni historiadores ni filólogos han logrado dar con las claves de su escritura. Aquí te presentamos seis casos.

Por Roberto Piorno

FOTOS: GETTY IMAGES

# cado

**¿QUÉ DICE?** La historia de la antigüedad continúa siendo fragmentaria. Cada vez que los arqueólogos encuentran símbolos y textos, surge la posibilidad de rellenar un vacío de conocimiento. Pero a veces no hay modo de saber qué nos están contando.





**TABLILLAS PROTOELAMITAS DEL LOUVRE**, museo que guarda la mayor parte de las descubiertas. A la derecha, las tablillas se introducen en el RTI (la cúpula del fondo), un sistema informático-fotográfico que obtiene imágenes de muy alta definición.

# Tablillas protoelamitas de Susa



Es tan antiguo como el más primitivo de los sistemas de escritura empleados por el hombre, lo que equivale a decir que el protoelamita convivió desde fines del IV milenio a. C. con el sumerio, cuyas tablillas cuneiformes son contempladas como los primeros textos de la humanidad.

La aparición de la escritura en Mesopotamia se considera la línea divisoria entre la prehistoria y la historia propiamente dicha, que hunde sus raíces en el Creciente Fértil, entre los ríos Tigris y Éufrates. La escritura elamita, bien conocida y documentada, surgió en el suroeste mesopotámico en torno al 2500 a. C., pero la necesidad de poner por escrito inventarios y registros contables incentivó, medio milenio antes, la fugaz aparición del protoelamita en la órbita política y territorial de la ciudad-Estado de Susa.

**Un rompecabezas milenario.** Es probable que exista un parentesco entre las cerca de 1.600 tablillas protoelamitas rescatadas por la arqueología y los signos de las tablillas del protocuneiforme, directo antepasado de la escritura sumeria, pues algunos de los caracteres presentan notables similitudes. A diferencia del sumerio, el protoelamita, por razones que se nos escapan, tuvo un periodo de vida muy corto, de apenas un par de siglos, en el mejor de los casos. Resulta muy complejo determinar cuál de los dos sistemas apareció antes. En cualquier caso, el protoelamita es la escritura sin descifrar más antigua conocida. La interpretación de sus enigmáticos pictogramas y demás signos abstractos sigue siendo un rompecabezas. No parece que los escribas de estas tablillas fueran un personal muy especializado, a juzgar por sus errores y la tosquedad de los caracteres. Esto explicaría en parte la poca duración del protoelamita, un obstáculo añadido para quienes tratan de descifrarlo.

**Hágase la luz.** Además, las tablillas son mal conocidas, y las reproducciones a disposición de los expertos dejan mucho que desear. En la actualidad la Universidad de Oxford trabaja en el Louvre –museo que conserva la mayoría de las tablillas– con un equipo informático-fotográfico de última generación que, aplicando una tecnología de iluminación llamada Imágenes por Transformación de la Reflectancia (RTI), obtiene imágenes de altísima calidad de los textos. Estos serán accesibles para los especialistas de cualquier lugar del mundo, lo que incrementa las esperanzas de su desciframiento.



**ESFINGE CON INSCRIPCIONES** protosinaíticas descubierta por Flinders Petrie en Serabit el-Jadim, mina de turquesa del Sinaí explotada en el Imperio Medio egipcio.

# El sistema protosinaítico

El origen del alfabeto en Oriente Próximo, germen de los modelos cretenses y griegos, permanece discutido, sin embargo, los últimos descubrimientos han cambiado la creencia de que el primer sistema de escritura alfabética surgió hacia 1600 a. C. en la península del Sinaí y el área sirio-palestina. El responsable de este giro es un hallazgo realizado en 1999 en Wadi el-Hol, en el corazón de Egipto. Ahí los egiptólogos estadounidenses John y Deborah Darnell encontraron inscripciones realizadas en piedras de caliza al borde de una ruta muy transitada, cerca de Tebas y el Valle de los Reyes. Los signos pertenecen a un tipo de escritura semítica, y sus descubridores los han datado entre 1900 y 1800 a. C., cuando grupos de individuos semitas se trasladaban a trabajar al rico Imperio egipcio. Esta escritura muestra un gran parecido con una posterior, encontrada a comienzos del siglo XX en la península del Sinaí: el protosinaítico.



**Mineros escritores.** Entre 1904 y 1905 el egiptólogo británico Flinders Petrie estudió en el Sinaí el yacimiento de Serabit el-Jadim, donde mineros de origen cananeo extraían turquesa para los faraones. Ahí Petrie encontró inscripciones alfabéticas que datarían del año 1600 a. C. realizadas por estos trabajadores. El hallazgo de Wadi el-Hol ha proporcionado un conocimiento mucho más detallado

FOTOS: CUNEIFORM DIGITAL LIBRARY INITIATIVE/ UCLA; LOUVRE MUSEUM; BRITISH MUSEUM

# El lineal A y el jeroglífico cretense

En 1952 Michael Ventris y John Chadwick dieron con la clave para descifrar la escritura lineal B, y con ella pudieron desentrañar el significado de la maraña de tablillas cocidas por efecto del fuego en el palacio de Cnosos, epicentro de la civilización minoica en el segundo milenio antes de Cristo. Creta fue de hecho el puente entre el mundo griego y Oriente Próximo; la puerta de entrada, desde Fenicia, de la escritura como recurso para poner orden y fijar un registro de las transacciones económicas y las actividades de culto.

Pero el eslabón entre la escritura griega y los primeros sistemas de signos de origen oriental continúa encerrando no pocos misterios. Hoy tenemos la certeza de que el lineal B es el antepasado directo del griego y no, como se pensó en un principio, una escritura genuinamente cretense. Se trata, con toda probabilidad, de la adaptación a la lengua griega de un sistema de signos todavía más antiguo y también de origen cretense conocido como lineal A. Fue entre los vestigios del palacio cretense de Hagia Triada donde esta primitiva escritura salió a la luz. Es en realidad el antepasado directo del lineal B. Su difusión coincidió con el periodo de los Segundos Palacios (1700-1350 a. C.) y fue seguramente el primer silabario en el área mediterránea helénica. Las similitudes con el lineal B son evidentes, y eso ha permitido intuir el contenido de algunas de las tablillas, pero esta escritura no ha podido desentrañarse aún.

**MUESTRA DE ESCRITURA** lineal 'A' expuesta en el museo de Heraclión de Creta. Fue descubierta en el palacio de Hagia Triada de la misma isla.

**Un disco mudo.** El lineal A es, a su vez, una simplificación del primer sistema de escritura cretense, una evolución desde los pictogramas de una primitiva forma de escritura jeroglífica de raigambre oriental que durante algún tiempo coexistió en los palacios con el nuevo y revolucionario silabario. Los expertos especulan que el célebre disco de Festo, que todavía no sabemos leer, podría ser la transcripción de un himno religioso. Estamos ante el testimonio más espectacular de este primitivo sistema de escritura cretense que, al igual que el lineal A, continúa siendo un enigma para los filólogos e historiadores, y no uno cualquiera. En los jeroglíficos del disco de Festo y en las tablillas de lineal A se encuentran los cimientos de la escritura helena, que penetrara en Grecia desde Creta a través del lineal B a partir del siglo XVI a. C.

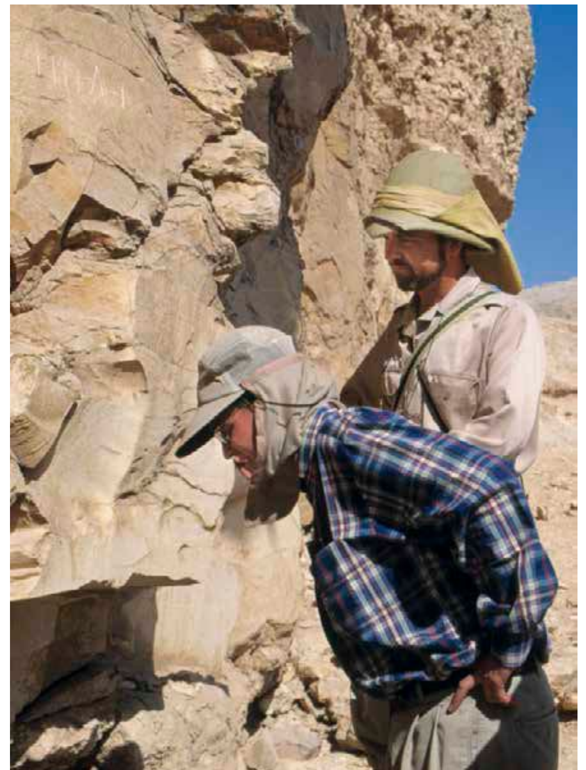




**SITUADA EN EL SUR DE CRETA**, Festo fue una destacada ciudad minoica. En sus ruinas se halló el disco –abajo–, que permanece sin descifrar.







**EL TEXTO DENOMINADO** Inscripción 'A', en Wadi el-Hol, y su descubridor, el egiptólogo estadounidense John Darnell.

de esta escritura, dada la similitud. Se trata de un sistema basado en caracteres semíticos pero con influencia de los complejos y elitistas jeroglíficos egipcios. El alfabeto era un instrumento mucho más democrático, y precedió en casi seis siglos a la aparición de la escritura fenicia. Debido a sus parecidos con el protocananeo y los jeroglíficos, se han descifrado algunos caracteres de las inscripciones de Wadi el-Hol, pero la mayoría se resiste. Probablemente estos trabajadores cananeos itinerantes de las minas habrían expandido este primitivo alfabeto hacia el área sirio-palestina, donde se convertirían en la raíz de la escritura fenicia. Estos humildes mineros serían, por tanto, los difusores de uno de los inventos más decisivos de la historia.

**Mineros cananeos podrían haber sido los difusores del alfabeto.**

FOTOS: JOHN MELZIAN, WEST SEMITIC RESEARCH/ UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA; GETTY IMAGES

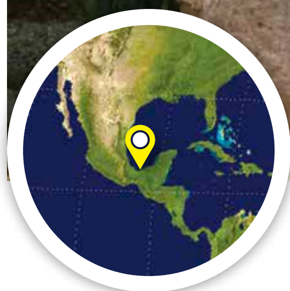
# La escritura ibérica

Las culturas prerromanas de la península Ibérica siguen envueltas en el misterio. Las referencias al mundo íbero y celtíbero en los textos de los autores clásicos son muy escasas, y solo aumentan a partir de fines del siglo III a. C., coincidiendo con la invasión cartaginesa del territorio peninsular y con el desarrollo de la segunda guerra púnica, que enfrentó, también en territorio ibérico, a romanos y cartagineses por la hegemonía en el Mediterráneo.

Respecto a lo anterior a esas fechas, los historiadores se enfrentan a una oscuridad casi total. Reconstruir la evolución histórica de estos pueblos en periodos anteriores a la traumática interacción con las grandes potencias del periodo resulta extremadamente complejo. Solo la arqueología puede arrojar algo de luz sobre la gente que habitaba la península



**ENORME CABEZA** olmeca de las ruinas de La Venta que se exhibe en Villahermosa, Tabasco.





**LA ESTELA DE CASCAJAL** fue descubierta cerca de la ciudad de Veracruz y contiene signos olmecas que podrían ser considerados la escritura más antigua de América.



# Los glifos olmecas

Durante años los expertos han defendido la existencia de un tronco común del que emergieron las grandes civilizaciones mesoamericanas. Esta tesis cuenta cada vez con más detractores, pero se acepta que la semilla de ese diverso horizonte cultural está en los olmecas, que florecieron en el este de México, en el entorno del actual estado de Veracruz, entre mediados del segundo milenio y el siglo V a. C.

Los olmecas dieron forma, a partir del cambio de milenio, a una sociedad muy compleja, con un entramado estatal que habría sido el modelo de mayas y mexicas en siglos sucesivos. Uno de los rasgos asociados al surgimiento de un Estado fuerte en las sociedades primitivas es la adopción del lenguaje escrito. Hasta hace menos de una década los historiadores asignaban la paternidad de la escritura en Mesoamérica a los zapotecas; sin embargo, existen múltiples ejemplos en la cultura material olmeca de lo que podría interpretarse como un rudimentario sistema de escritura. Se encuentran en los repertorios iconográficos de algunas cerámicas y estelas de La Venta –el gran centro de poder olmeca y la primera ciudad prehispánica con una planificación urbana definida– y otros yacimientos asociados a esta civilización.

**¿Letras o íconos?** No obstante, estos testimonios de mediados del primer milenio antes de Cristo son de interpretación muy compleja, dada la dificultad de establecer una clara distinción entre lo que es escritura propiamente dicha y lo que es iconografía. Los presuntos glifos olmecas guardan similitudes con los mayas, lo que reforzaría la idea de que la escritura olmeca ilustra el tronco común del que procedería toda forma de escritura mesoamericana. Con todo, el hito más notable en este ámbito de la arqueología tuvo lugar en 2007, con el hallazgo de la estela de Cascajal, que recoge diversos símbolos tallados que, por su disposición y la repetición de algunos de sus elementos, son con toda probabilidad componentes de un texto, testigos de una rudimentaria gramática. Sería además la más antigua de Mesoamérica ya que, pese a las dudas de algunos especialistas, sus descubridores la datan en una fecha tan temprana como 900 a. C. Si esto se confirma, se demostraría que los olmecas, y no los zapotecas, introdujeron el uso de la escritura en Mesoamérica.

FOTOS: EFE/ ZUMA PRESS; DR. STEPHEN HOUSTON/ BROWN UNIVERSITY; GETTY IMAGES; UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA/ CONTRASTING ORIENTATIONS OF THE CASCAJAL BLOCK



antes de la llegada de los romanos. La gran paradoja es que contamos con más de 2.000 inscripciones en las diferentes variantes de la escritura íbera –meridional, levantina y del suroeste–, que constituyen el corpus epigráfico más nutrido, junto con el del mundo etrusco, del Mediterráneo antiguo por encima del ámbito grecorromano.

**Inspiración fenicia.** Sabemos que el alfabeto íbero deriva del fenicio, por la intensa interacción de los indígenas peninsulares con estos excepcionales navegantes y comerciantes levantinos a partir de fines del siglo IX a. C., y que su desarrollo surge en el siglo V a. C. y penetra hacia el valle del Ebro a fines del siglo III a. C., donde entrará en contacto con los pueblos celtíberos, cuya lengua de origen indoeuropeo nada tiene que ver con la íbera. Nos encontramos ante un alfabeto semisilábico de veintiocho signos que podrían darnos la clave para poder interpretar la fascinante complejidad del mundo íbero-celtíbero. En 1922 el arqueólogo e historiador Manuel Gómez Moreno, valiéndose de bronces como el de Ascoli o de monedas romanas acuñadas en la península Ibérica con inscripciones bilingües, fue capaz de establecer una equivalencia entre el alfabeto de la escritura íbera y el nuestro. Es decir, desde entonces estamos en disposición de leer los textos en la variante ibérico-levantina, cuya superficie predilecta eran finas placas de plomo incisas con punzón. Pero lamentablemente, no podemos traducirlos. En El Campello, Alicante, España, se han rescatado cerámicas con inscripciones en alfabeto íbero y en griego, pero se trata de textos diferentes. La arqueología española continúa buscando la clave de bóveda, en la esperanza de encontrar un texto íbero traducido al latín o al griego que, de una vez por todas, permita conocer a fondo a tan ilustres antepasados.

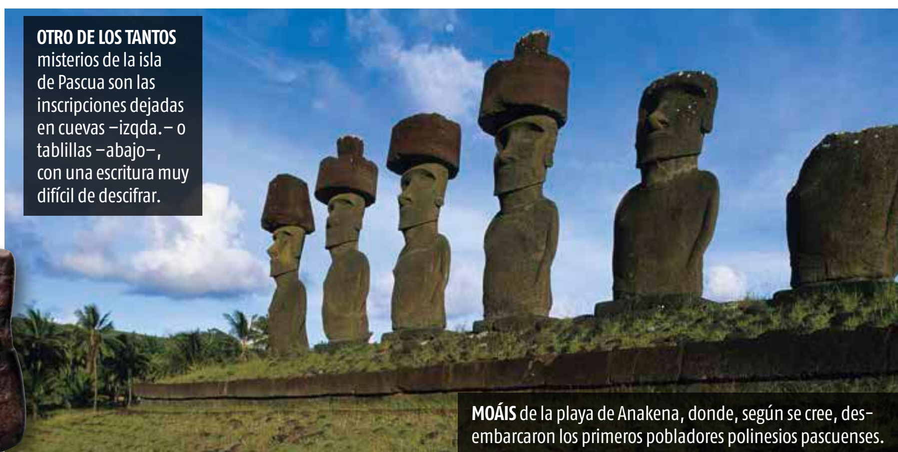
**LOS TEXTOS ÍBEROS** se muestran a veces en cerámica, como en esta pieza del Museo Arqueológico de Valencia (arriba), o en placas de plomo como la descubierta en el castillo gironés de La Fosca (izquierda), en España.

Se sabe cómo leer los muchos textos íberos conservados, pero su significado es aún un misterio.





**OTRO DE LOS TANTOS** misterios de la isla de Pascua son las inscripciones dejadas en cuevas –izqda.– o tablillas –abajo–, con una escritura muy difícil de descifrar.



**MOÁIS** de la playa de Anakena, donde, según se cree, desembarcaron los primeros pobladores polinesios pascuenses.

# Pictogramas de la isla de Pascua

Cuando el oficial de la Armada española y cartógrafo Felipe González Ahedo arribó a la isla de Pascua en 1770, reclamó aquellas tierras para la Corona de España imponiendo a los nativos la firma de un tratado. Los rapanuis ratificaron el documento estampando en él unos misteriosos signos, quizá evidencia de un primitivo sistema de escritura con origen en Oceanía, de donde provenían los pascuenses.

A mediados del siglo XVIII el religioso francés Eugène Eyraud –el primer occidental en fijar su residencia en Pascua– dio a conocer al mundo las misteriosas kohau rongorongo, una colección de veintiún tablillas, incisas probablemente con dientes de tiburón, que contenían los primeros textos documentados en esa región. En algún momento de su historia los isleños desarrollaron pictogramas con forma de figuras antropomorfas, objetos celestes o animales, que se leían en bustrófedon inverso: se sigue una línea y la siguiente va en dirección inversa, y además hay que girar la tablilla para poder leerla. Las tablillas, de madera de toromiro, salieron a la luz ajenas a su contexto arqueológico original, lo que dificulta la datación, ya que el carbono-14 ofrece pistas acerca de la antigüedad de la madera pero no del texto inciso sobre ella.



**¿Antigua o moderna?** Algunos especialistas sostienen que esta expresión surgió después de los primeros contactos con los europeos en el siglo XVIII, sin embargo, la similitud de los pictogramas con los no menos enigmáticos petroglifos de las cuevas de Isla de Pascua, indiscutiblemente anteriores a la llegada de los españoles, así como la firma de los nativos en el tratado de González Ahedo, parecen sugerir un desarrollo autóctono. Otros sostienen, en virtud de ciertas similitudes estilísticas, un parentesco con sistemas del valle del Indo, si bien faltan elementos sólidos para sustentar esta hipótesis.

Finlamente, como sea, es posible que la lectura de estas tablillas fuera decisiva para por fin resolver los misterios que rodean a la cultura rapanui, célebre principalmente por sus enigmáticos y colosales moáis. La muy improbable aparición de un documento plurilingüe –algo así como una piedra de Rosetta de la isla de Pascua– facilitaría un desciframiento que, a estas alturas, parece ser más bien imposible. M

FOTOS: GETTY IMAGES; MUSEO DE PREHISTORIA DE VALENCIA

# Boutique para astronautas

**Con 53 años de funcionamiento, el Man Vehicle Laboratory del Instituto Tecnológico de Massachusetts ha producido más de 900 publicaciones científicas que han servido de base a varias de las aplicaciones usadas hoy en el espacio.**

**Por Ángela Posada-Swafford**

"Aumentando la gravedad a 2.0.", dice la voz de la estudiante de posgrado desde la sala de control. "Del uno al 20, ¿cómo va el mareo?" Yo, acostada bocarriba sobre una cama-centrífuga, con la cabeza llena de instrumentos, siento únicamente una pesadez que sube desde los pies hasta el cuello con la hipergravedad. "Mareo, cero", digo orgullosamente, concentrando la vista en una minicámara pegada sobre la frente, que capta el movimiento de los ojos. No puedo ver casi nada porque el salón está a oscuras y una cubierta negra cubre la cama. "Estupendo. Ahora, mueve la cabeza hacia la derecha, y dime qué sientes".

No alcanzo a obedecer cuando siento que el mundo se pone de cabeza, como si me hubieran metido dentro de una secadora de ropa que da tumbos hacia la derecha y hacia delante. La desorientación es total. "Del uno al 20, ¿cómo va el mareo?", la voz pregunta de nuevo. "Ce… dos… cinco… ¡dieciocho!", alcanzo a exclamar mientras el movimiento de la cama infernal se detiene justo a tiempo. Cualquiera diría que después de esta primera experiencia como conejillo de indias en el Man Vehicle Laboratory (MVL) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), uno saldría corriendo lejos de allí. Pero yo no corrí, sino que seguí regresando, semana a semana, durante varios meses. Estaba encantada de venderle mi cuerpo a la ciencia de la astronáutica, para estudiar el efecto de la mucha y la poca gravedad en el sistema del equilibrio del cuerpo humano.

Eso fue hace más de diez años, y el estudio en cuestión tenía que ver con la forma en que los canales semicirculares del oído procesan las señales de la hipergravedad en el sistema vestibular. El tema es importante no solo para los astronautas, que sufren mareos al salir y regresar del espacio, sino en tierra firme, para entender mejor la fisiología y crear aplicaciones clínicas para el vértigo.

A lo largo de sus 53 años, el pequeño pero venerable MVL se ha convertido en uno de los pioneros del entendimiento de las limitaciones físicas y mentales del ser humano, a fin de optimizar su interacción con los sistemas espaciales. Los estudios han abarcado la respuesta de los ojos y oídos a los cambios de gravedad; medidas mecánicas para contrarrestar los efectos devastadores de la microgravedad sobre el cuerpo de los astronautas en vuelos de larga duración; investigaciones en nuevos conceptos para trajes espaciales, y la interacción entre el cuerpo humano y su traje, para minimizar las heridas (especialmente en los hombros) causadas por los constreñidos equipos actuales para actividades extravehiculares.

Estos y varios otros estudios han generado más de 900 publicaciones científicas que han servido de base a varias de las aplicaciones usadas hoy en el espacio. No es de extrañar. El cordón que une al MIT con la NASA es fuerte y saludable. Después de todo, el Instituto diseñó el sistema de guía inercial de las naves *Apollo*.

## Traje vivo

El mes pasado regresé al icónico laboratorio, alojado dentro del Departamento de AeroAstro, para ver qué nuevos proyectos tienen entre manos. El primero que llama mi atención es el estado de avance en que se encuentra el diseño del BioSuit; se trata de un concepto interesante que promete formar parte de la próxima generación de trajes espaciales, inicialmente aquellos usados para explorar superficies planetarias: una segunda piel que recubre al astronauta como un exoesqueleto flexible y liviano, dándole una movilidad sin restricciones, y aportándole al mismo tiempo lo que los ingenieros llaman 'contrapresión mecánica'.

La idea no es nueva; fue explorada en los años 70 por el fisiólogo Paul Webb, quien se adelantó tanto a su tiempo que no pudo encontrar materiales adecuados para conservar el traje a un tercio de una atmósfera, la presión requerida para mantener con vida a alguien en el vacío del espacio. Pero la profesora de ingeniería aeroespacial Dava Newman (quien ahora sirve como administradora adjunta de la NASA en Washington D.C.) y su equipo, están sacándola adelante.

A diferencia de las bolsas de gas que son los trajes espaciales convencionales, donde el aire presurizado mantiene vivo al astronauta, el modelo de la contrapresión mecánica aplica presión al cuerpo con materiales elásticos activos. Newman lo ha descrito varias veces: "Puesto que el traje de nailon y spandex va pegado al cuerpo, literalmente como una segunda piel, la deformación de la tela del traje cada vez que el astronauta se mueve debe corresponder exactamente




FOTO: DOUGLAS SONDERS



Cuando el traje está 'frío', los resortes están sueltos y es fácil ponérselo. Lo difícil hasta ahora es mantener los resortes apretados mientras el traje está en uso. Si uno piensa en una caminata por la superficie de Marte con sus bajas temperaturas, el astronauta tendría que estar siempre sudando a 60 grados C para no perder la tensión. Encontrar la forma de asegurar los resortes en la posición deseada es el nuevo reto de los creadores del sexy BioSuit.

Según Hall, el traje se usaría con otras capas protectoras encima, algo así como uno para esquiar en la nieve. Ahora bien, como todo en el MVL, el objetivo es que la tecnología del BioSuit tenga aplicaciones terrestres, por ejemplo para mejorar el comportamiento de la ropa atlética (hay pruebas que muestran los beneficios de la compresión a los músculos y al sistema cardiovascular); o incluso que ayude a mejorar la movilidad de los pacientes de parálisis cerebral. También podría pensarse en usos en el campo de batalla, como que el traje evite automáticamente un desangramiento, colapsándose sobre la herida.

"Este otro es como un overol para ser usado dentro de la nave o estación espacial, es decir, en actividades intravehiculares", dice Hall señalando un maniquí con un overol negro sin mangas. "Es el GLCS, un traje para contrarrestar las cargas de la gravedad. Este también usa la contrapresión mecánica, pero lo hace más a manera de gimnasio portátil, para evitar la pérdida (de hasta el 40 por ciento) de masa muscular en el espacio".

Los rusos intentaron un traje similar llamado el 'traje pingüino', añade Hall, "que era espantosamente incómodo porque ataba los pies con las caderas y los hombros. Hay historias de los frustrados cosmonautas cortando las correas", añade entre risas.

El GLCS será enviado este año a la Estación Espacial Internacional (ISS), "y aunque no puede revertir esa pérdida de músculo, sí le da al cuerpo algo con lo cual defenderse, ya que provee compresión variable a lo largo de la espina dorsal, que es donde más se necesita, porque la falta de gravedad hace crecer la columna vertebral y eso causa dolores, especialmente al regreso a la Tierra. ➡

a la deformación de la piel humana. Por eso estamos incorporando en el traje lo que llamamos las líneas de tensión, una especie de telaraña cuyas hebras copian el movimiento de la piel y no se rompen cuando el usuario dobla los brazos o las rodillas".

**El BioSuit incorpora aleaciones con "memoria" que mantienen la presión perfecta.**

Los nuevos avances del BioSuit giran alrededor de tres éxitos. Uno, que el traje es ahora resistente y fácil de reparar, con un vendaje especial, sin peligro de que se salga el aire y se despresurice.

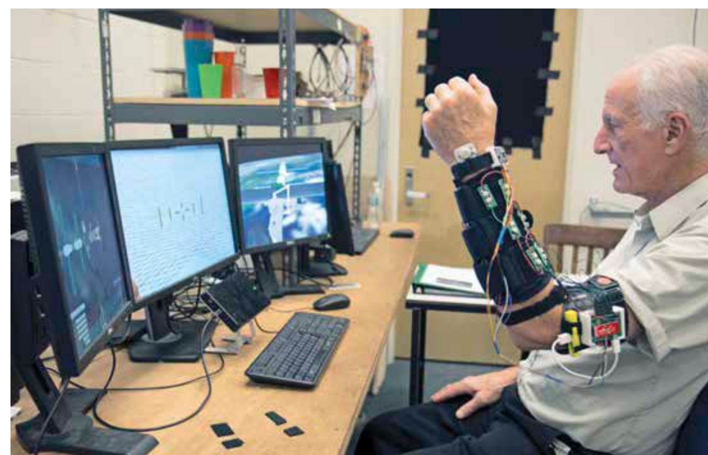
Dos, que se comienzan a mapear las líneas de tensión en la piel humana con mayor exactitud, logrando una resolución de 1 mm², cuando hasta hace poco era de 1 cm². Este ha sido el trabajo del estudiante de posgrado Edward Obropta, quien usa cámaras sincronizadas para capturar las posiciones de puntos de tinta sobre la piel del codo de una persona al flexionar esa articulación. Una serie de algoritmos calculan la dirección de la tensión en la piel, formando un mapa de puntos y líneas similares al concepto de traje en el maniquí que domina el laboratorio.

"Una aplicación de esta tecnología quedaría muy bien estudiando las líneas de tensión en la piel de las manos, porque podría ayudar a resolver el problema de los guantes, que es uno que aqueja a todos los astronautas", comenta la estudiante de posgrado Sherrie Hall durante este recorrido por el laboratorio.

El tercer nuevo éxito del BioSuit es que incorpora materiales "activos", es decir, aleaciones de níquel y titanio que tienen una "memoria", y que permiten al spandex pegarse al cuerpo más íntimamente para así mantener la presión perfecta. Específicamente, se trata de pequeños resortes cosidos en partes clave del vestido, que al calentarse se contraen, volviendo a su forma original, y produciendo una importante cantidad de fuerza sobre la superficie en la que están puestos. Fueron diseñados por el estudiante de doctorado Bradley Holschuh, quien ensayó 14 tipos de materiales que cambian de forma.

Esta aleación especial de níquel y titanio la producen en forma de hebras muy largas y delgadas. Para convertir la fibra en resortes, Holschuh tomó prestada una técnica desarrollada en el MIT para crear un robot-lombriz activado por el calor. Luego 'entrenó' al material para que tomara la forma de resorte apretado cada vez que estuviera expuesto a una temperatura de 60 °C.

"Este es un ensayo que estamos haciendo con estos resortes", indica Hall enseñando un trozo de tela lleno de cables. "Lo que hacemos es aplicar una corriente eléctrica a los resortes, viendo cómo se contraen casi de inmediato, creando un torniquete con la tela elástica. La cosa funciona".



FOTOS: WILLIAM LITANT, MIT, WILLIAM LITANT, MIT



## Astronautas con lazos al MVL

**El Instituto Tecnológico de Massachusetts ha producido 31 astronautas hasta el momento, incluyendo al caminante lunar Buzz Aldrin y al primer astronauta hispano, el costarricense Franklin Chang-Díaz. Varios de ellos tienen lazos directos con el Man Vehicle Laboratory:**

**> Jeffrey Hoffman. Actual director del MVL. Veterano de cinco misiones espaciales y el primero en acumular 1.000 horas en órbita.**

**> Stephen Robinson. Veterano de cuatro misiones espaciales, incluyendo la que regresó al espacio después de la pausa por el accidente del *Columbia*.**

**> Nicholas Patrick. Ayudó a construir la Estación Espacial Internacional.**

**> Michael Massimino. El personaje de Howard Wolowitz, del programa de televisión *The Big Bang Theory*, está basado en sus experiencias personales.**

**> Charles Duke. Piloto del módulo lunar *Apollo 16*.**

De hecho, nuestro actual director Jeffrey Hoffman (ex astronauta con varios vuelos espaciales), regresó una vez cinco centímetros más alto de lo que se fue".

### La bici diabólica

El tema de mantener al cuerpo en forma durante los largos periodos de microgravedad es algo que le quita el sueño a la gente de la NASA. Los astronautas a bordo de la ISS tienen varias opciones de ejercicio, incluyendo bicicletas atornilladas al suelo, caminadoras con tirantes, y extrañas formas de levantar pesas. Pero a pesar de todo el tiempo que pasan haciendo ejercicio, la pérdida ósea sigue rampante en el espacio.

Este es uno de los caballitos de batalla de Larry Young, cofundador del Man Vehicle Lab, quien lleva 50 años de actividad investigativa. Young y su equipo diseñaron una centrífuga humana compacta parecida a la 'cama infernal', pero con un componente de ejercicio: un ergómetro acostado que la 'víctima' tiene que pedalear mientras la centrífuga da vueltas. Es decir, una 'bici diabólica'.

Luego de ensayar el invento con personas saludables bajo varias cargas de hipergravedad, Young, quien recibió entrenamiento para astronauta hace algunas décadas, concluyó que la combinación de ejercicio y gravedad artificial parece ser la clave para aminorar de manera significativa los efectos del espacio. Según Young, la gravedad artificial sería un beneficio gigantesco para las tripulaciones en vuelos a Marte, por ejemplo.

Y puesto que poner a girar a la nave entera para producir gravedad es poco menos que imposible por tecnología y costos, la mejor solución es colocarles este 'gimnasio', cuyo prototipo tiene las dimensiones exactas para caber en la ISS.

FOTO: MIT

### Brazo complicado

Por su parte, Sherrie Hall está diseñando un sistema para que los gestos que el astronauta hace con el brazo controlen el movimiento de un objeto, específicamente el brazo robótico Canadarm de la ISS, que es una de las herramientas esenciales del laboratorio orbital.

"Es una forma avanzada de reentrenamiento en órbita personalizado para los astronautas, ya que la operación del brazo robótico de la ISS es notablemente difícil", dice Hall.

Eso lo pude comprobar personalmente con una sesión en el simulador, donde entendí que el astronauta que maneja el brazo robot tiene que usar dos joysticks al mismo tiempo –algo así como sobarse el estómago con una mano y darse golpes en la cabeza con la otra–. La desastrosa sesión renovó mi admiración por lo que sucede a diario allá arriba.

La tesis de grado de Hall, que espera facilitar ese trabajo, consiste en una manga llena de sensores para evaluar la actividad eléctrica producida por los músculos. El BioSleeve actúa como sofisticada interface entre los gestos del brazo/mano del astronauta, para mapear qué gestos son más naturales e intuitivos para un usuario en el espacio.

Una cosa que hace más robusto el trabajo en el MVL es que cada uno de los estudiantes aquí tiene su propio proyecto, que debe estar relacionado con los objetivos del laboratorio. En cualquier momento dado hay un promedio de 15 a 20 estudiantes, por lo que no solo siempre hay estudios nuevos, sino que se retroalimentan y se apoyan uno al otro en la búsqueda de soluciones a problemas comunes.

Por ejemplo, el traje BioSuit tiene componentes útiles a la manga BioSleeve, la cual a su vez da peso al estudio de Leia Stirling, profesora del Departamento de AeroAstro.

"Yo estoy muy interesada en el desarrollo de sensores que la persona se ponga sobre el cuerpo para que le ayuden a tomar decisiones sobre las actividades que va a llevar a cabo en el espacio", explica Stirling más tarde sentada en su escritorio, un piso más arriba (es imposible dejar de notar la pequeña figura de Iron Man en la repisa. "Es mi favorito", comenta con un guiño). "Algo que te diga cómo estás físicamente para ejecutar una tarea, o con qué frecuencia hacer una tarea antes de dañarte un músculo. Y aunque estos sensores te dan montañas de información, deben ser interpretables rápida y fácilmente por alguien que no es experto, por ejemplo un astronauta a punto de dar una caminata en Marte".

Marte, justamente, es un escenario donde el rol del Man Vehicle Laboratory del MIT en la exploración espacial es fácil de imaginar. Tanto, que los estudiantes del laboratorio se fueron en masa a ver la película *Misión Rescate* apenas se estrenó. Es como si estuvieran atestiguando la puesta en práctica de algunas de las tecnologías que los ocupan ahora mismo.

"Cincuenta años es un largo tiempo para estar metido en el mismo laboratorio, trabajando en el mismo problema", señala Larry Young. "Uno se pregunta si ha valido la pena. La respuesta es un SÍ, con mayúscula. El ciclo constante de aprender un problema, reclutar a un equipo de gente, escribir la propuesta, desarrollar el hardware, hacer el experimento, analizar la data, es algo genial. No todas las ideas funcionan. Algunas son tan buenas que son prematuras. Pero las contribuciones del MVL a los programas espaciales en todo el mundo hablan por sí solas acerca de la efectividad de nuestra misión". M

**PARA SABER MÁS**

*mvl.mit.edus* **Sitio del Man Vehicle Laboratory, grupo de investigación del Departamento de Aeronáutica y Astronáutica del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Estados Unidos.**



GARGANTAS DE PIEDRA

# Gárgolas

**EL ESCRITOR DE TERROR.** Stephen King también quedó cautivado por estas criaturas. Las gárgolas, que sirven para desechar aguas residuales, "podrían tener el mismo propósito en nuestra mente": a través de ellas nos liberamos de nuestros más profundos temores.

**Ya sea como demonios salidos del Infierno o simplemente artísticos desagües de lluvia, estas criaturas fantásticas cautivaron la imaginación popular con sus formas grotescas y terribles.** **Por Sarai J. Rangel**

Desde las alturas, las gárgolas de piedra que decoran los muros de la Catedral de Notre Dame, en París, Francia, observan impávidas el día a día en la bulliciosa urbe. Para la gente que suele deambular por ahí, los cientos de esculturas que sobreviven adheridas al edificio constituyen una legión de grotescos espectadores que con su mirada fija demandan atención, aunque no necesitan pedirla: a diario cientos de turistas visitan la llamada "Galería", en el tejado de la catedral, a casi 50 metros de altura, donde están apostadas las 54 gárgolas de Notre Dame, las más famosas del mundo, que desde su privilegiada morada custodian la Ciudad Luz. Guardianes cuyo horrible aspecto es capaz de alejar a los propios demonios y seres malignos.

## Vestigios medievales

Al ver estas imponentes moles es fácil pensar que son tan longevas como la catedral misma. Pero no es así. Mientras que el edificio de estilo gótico fue construido entre 1163 y 1250, sus 'vigilantes' son relativamente recientes. Se integraron durante la restauración de Nuestra Señora a mediados del siglo XIX. En aquella época la arquitectura atravesaba por un regreso al arte medieval, de ahí que los arquitectos Eugène Viollet-le-Duc (1814-1879) y Jean-Baptiste-Antoine Lassus (1807-1857), encargados de la obra, decidieran implementarlas durante la rehabilitación de 1844.

Dada su 'juventud', es poco probable que, como dicen las leyendas, estas criaturas adquieran vida durante las noches y vaguen por las calles de *la Cité* castigando a los infieles y desterrando a los seres infernales. Sin embargo, no por ello dejan de resultar misteriosas y fascinantes. A un nivel tal, que es más fácil suponer que están dotadas de vida que admitir que se trata de simple roca moldeada.

No se sabe con exactitud el origen de esta leyenda, pero hay una historia la cual cuenta que en Francia, en el siglo VII, vivía un dragón, *Gargouille*, que habitaba cerca del Sena causando muerte y miseria a su paso. Un sacerdote católico, San Romanus, fue el único que logró acabar con él tras hacer la señal de la cruz. Llevó su cuerpo a la ciudad de Rouen, donde logró quemarlo todo excepto la cabeza, la cual fue colocada en el Ayuntamiento.

## Libros arquitectónicos

Es cierto que técnicamente las esculturas apostadas en la balaustrada de Notre Dame no son gárgolas. Aunque sin duda capturan la esencia del Medievo (época en la que tuvieron su mayor esplendor),

FOTO: ISTOCK

## Seres del pasado

**Algunos grandes edificios de urbes como Baltimore o Nueva York ostentan gárgolas o quimeras en sus fachadas a pesar de ser construcciones relativamente modernas. La razón, explica James Wollon, experto en arquitectura, es que durante la construcción de estas ciudades a fines del siglo XIX la arquitectura gótica europea tuvo un fuerte empuje debido principalmente a una "añoranza de lo fantástico", lo que dio pie a que diversos arquitectos americanos retomaran estas figuras grotescas y macabras como elemento decorativo, lo que otorgó un toque singular a estos núcleos poblacionales modernos. Hoy, existen recorridos para que los visitantes puedan conocer las gárgolas y quimeras escondidas en los grandes edificios de estas ciudades.** Fuente: *baltimoreheritage.org*


**EDIFICIO CHRYSLER,** en Nueva York.

la principal función de las gárgolas no fue entrar en las pesadillas de quienes las contemplaban; su verdadero propósito era mucho más práctico: arquitectónicamente hablando sirven para desaguar la lluvia que se acumula en los techos de los edificios. Su mismo nombre hace alusión a este trabajo: "gárgola" deriva del francés *gargouille* (o *gargouiller*, onomatopeya del sonido que hace un líquido al atravesar por un tubo), el cual a su vez viene del latín *gargula*, garganta. En realidad aquellas figuras monstruosas y grotescas apostadas en las fachadas, pero que solo funcionan como elementos decorativos, son conocidas como 'quimeras' o 'falsas gárgolas'. El uso de esculturas en desagües ya lo hacían en la antigüedad los persas (550-331 a. C.). También en el Imperio bizantino (395-1453) era común utilizarlas en las fachadas, por lo general inspiradas en formas de animales.

Existen algunas teorías sobre cómo fue que de ser un simple elemento de la arquitectura se convirtieron, debido a la imaginería popular, en criaturas fantásticas.

De acuerdo con la historiadora de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, Nora M. Gómez, forman parte del vasto repertorio de demonios y seres que la Iglesia católica empleó para representar las penas y tormentos infernales. Su función, al ser expuestas en la decoración de iglesias y catedrales, era la de actuar como instrumento pedagógico para la gran masa de fervientes que durante la Edad Media no sabía leer ni escribir. Se ponía especial énfasis en ciertas lecciones que podrían servir a los fieles: principalmente los castigos que esperaban a los pecadores, o por el contrario, las bondades de llevar una vida recta. Las gárgolas colocadas en las almenas y fachadas de las iglesias y templos (aunque también solían decorar edificios privados) eran un mensaje directo y duradero de lo que les pasaría a los impíos.

Pero surge la duda sobre su apariencia. No existen dos gárgolas iguales. Basta con ver unas cuantas para apreciar la gran cantidad de fuentes de las que los artistas se inspiraron para crearlas: en ellas encontramos diablos, demonios, animales de todo tipo e incluso humanos, elementos que muchas veces se alejan de la iconografía sagrada tradicional o que a simple vista no tienen un mensaje evangelizador.

La licenciada en Artes y Humanidades por la Pontificia Universidad Católica de Chile, Paz Vásquez Gibson, afirma que, "al igual que en los manuscritos góticos, donde en general encontramos escenas canónicamente representadas en el centro, pero en los bordes –que no estaban reglamentados– los artistas se podían dar el lujo de ilustrar lo que quisieran, sin la necesidad de responder a un mensaje específico, lo mismo ocurre en el caso de las gárgolas, que también forman parte de esa marginalia".

### Alud de significados

Otras teorías que explican el uso de gárgolas en las iglesias las ha recopilado el doctor Javier Ayala Calderón en su artículo "Espíritus puros y bestias: lo alto y lo bajo en las gárgolas del convento agustino de Cuitzeo, Michoacán", publicado en la revista *Relaciones* (2015), especializada en estudios de historia y sociedad. Por un lado podrían ser "elementos escultóricos apotropaicos para ahuyentar a los espíritus malignos"; resaltaban, mediante su fealdad, los dones de la belleza de Dios; representaban a los pecadores que estaban condenados a solo visualizar sin poder alcanzar nunca el paraíso; o por el contrario, "eran expresión de los temores aprendidos de cuentos narrados al calor de los hogares". No obstante, explica el investigador del Departamento de Historia de la Universidad de Guanajuato, "estas interpretaciones pecan de generalizadoras". Además los lugares en los que se colocaban también pudieron tener una función, y cita al convento agustino de Cuitzeo, fundado en el siglo XVI, uno de los mejores ejemplos de los primeros años de la arquitectura del virreinato en México. En él destacan diversas gárgolas, en especial las apostadas en su fachada: podrían "representar el paso entre niveles espirituales por medio de un imaginario religioso ampliamente conocido a partir de la Biblia y los bestiarios medievales", sugiere el investigador.

A pesar de que su auge estuvo respaldado por la religión, a finales del siglo XIX las gárgolas regresaron a ocupar su lugar en lo alto de los edificios de la época, en Francia, pero también en otras varias ciudades. La razón de que la influencia y popularidad de estos seres pétreos no haya desaparecido se debe a la misma atracción que tenemos por las películas de terror, comenta Janetta Rebold Benton, historiadora y autora de libro *Saintes terreurs. Les gargouilles dans l'architecture médiévale*: es la fascinación que naturalmente sentimos por lo terrorífico y macabro. "Como la gárgola medieval, que pretende amenazarnos, pero no hacernos daño." M

### Sabías que...



Las gárgolas tienen un sistema interno diseñado para que el agua salga disparada en forma de cascada directamente por su boca. Así, la lluvia sale expulsada a manera de fuente o cascada evacuando el agua de las azoteas de los edificios, lo que evita encharcamientos y humedad.

Fuentes: *rmc.library.cornell.edu*; *Ocultismo medieval: los secretos de los maestros constructores*, de Xavier Musquera; *rmc.library.cornell.edu*; *garyrvarner.webs.com*; *gargoylestore.com*; *musee-orsay.fr*; *rouen-musees.fr*; *Gargoyles, Grotesques & Green Men: Ancient Symbolism in European*, de Gary R. Varner; "Aproximaciones al universo simbólico de las gárgolas y quimeras en la Edad Media", de Paz Vásquez Gibson

FOTOS: ISTOCK

FOTOGRAFÍA MICROSCÓPICA

# Ingenier
# natural

Los animales y plantas tienen características anatómicas perfectamente diseñadas para su supervivencia.

**Por Fernanda Morales C.**




Muchas especies de plantas y animales contienen órganos cuyo diseño hace inevitable la analogía con las máquinas hechas por el hombre. El 'engranaje' de las patas del saltamontes, la cámara branquial de la ninfa de la libélula y el ovipositor de las avispas son algunos ejemplos de cómo desde cierta perspectiva la naturaleza supera a la ingeniería humana y se adapta a todo tipo de situaciones para conseguir la supervivencia de las especies. Las imágenes microscópicas captadas por Igor Siwanowicz, fotógrafo especializado en la naturaleza, muestran a detalle cada uno de estos intrincados y fascinantes organismos. M

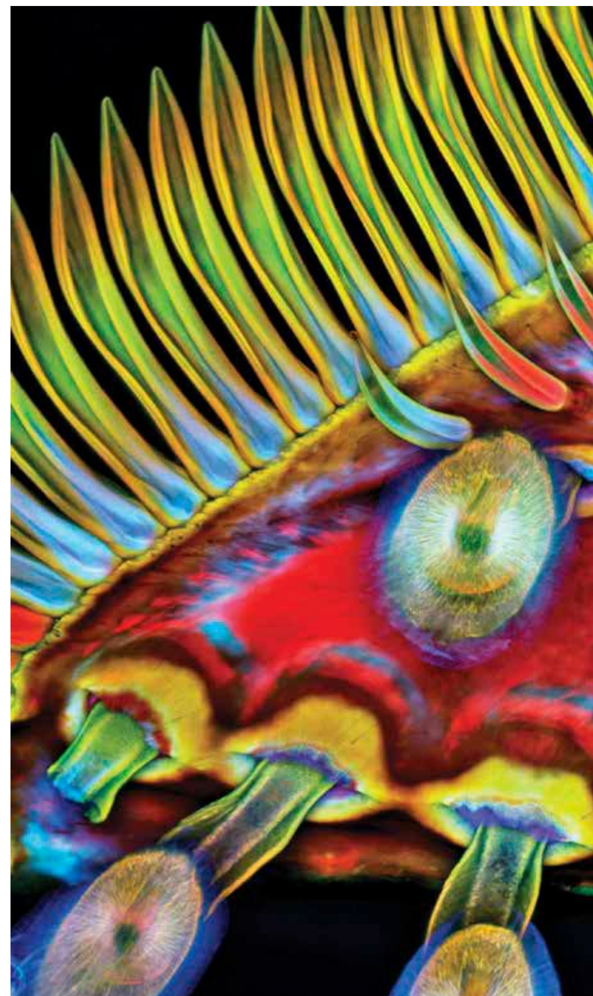
**SALTA SIN PARAR.** El *Planthopper*, comúnmente conocido como saltamontes, tiene un engranaje en la parte trasera de las patas que le permite entrelazarlas para que se muevan en perfecta sincronía; con ello logra una capacidad de salto más precisa y controlada.

FOTO: LATIN STOCK



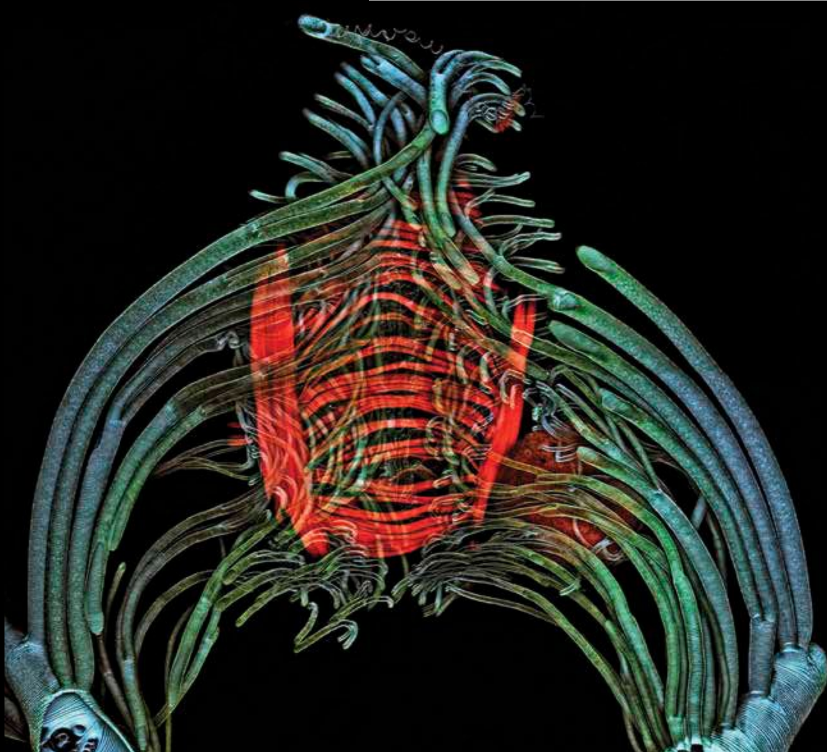
# La luz láser del microscopio hace que los músculos se vean en color rojo.

**¡MUERDE!** La boca de la planta carnívora (*Utricularia gibba*) es una 'máquina de matar' ya que cuando toca a su presa los 'pelos de activación' reaccionan rápidamente y la aspira en cuestión de milisegundos. Los cuatro puntos brillantes (centro superior, medio) son las bases de los pelos de activación.

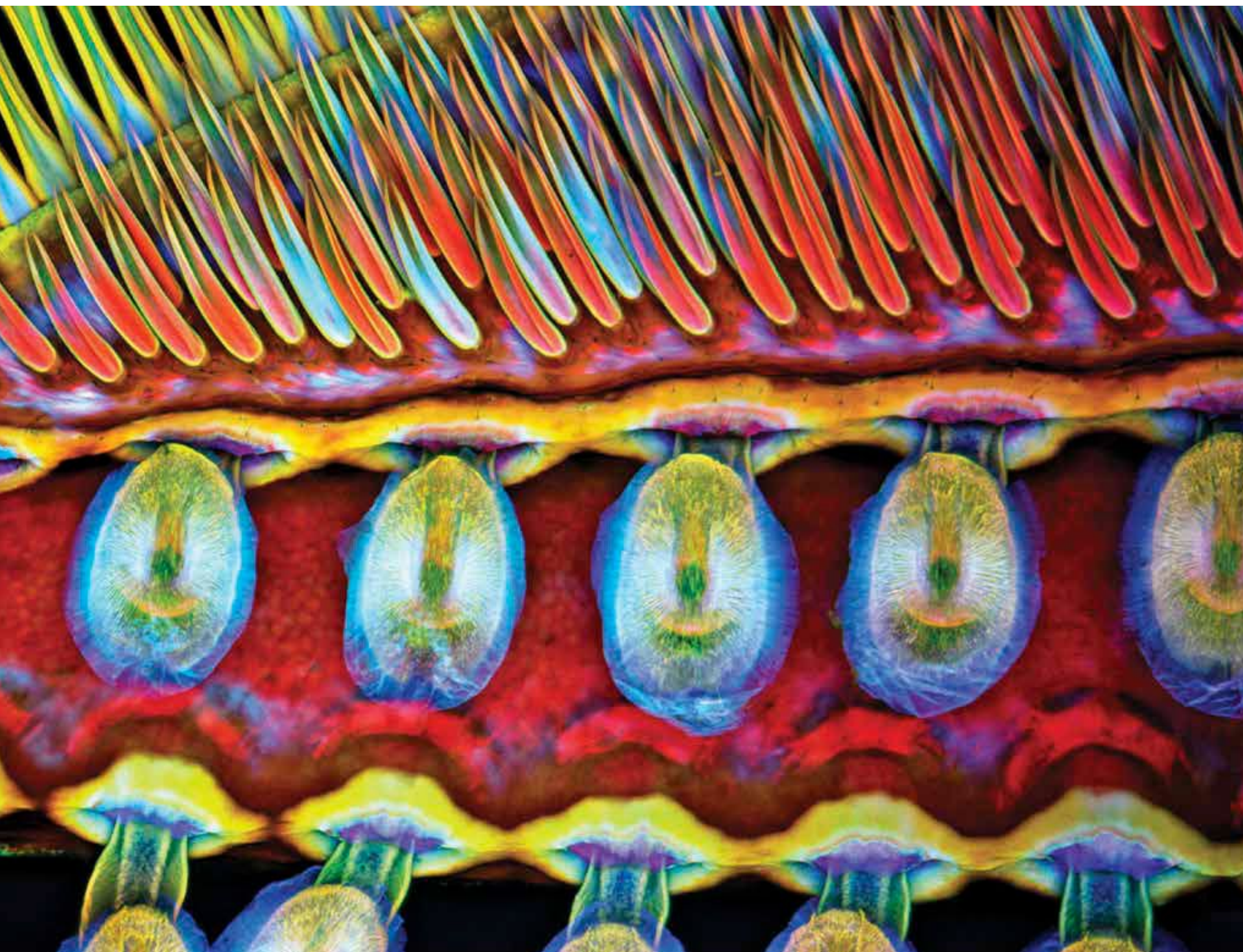


**TRES EN UNO.** Las ninfas de las libélulas tienen su cámara branquial detrás de su parte inferior, lo que les sirve para extraer el aire del agua, y su estructura también ayuda a eliminar los residuos; además las paredes musculares les dan energía para que se muevan a gran velocidad. Ningún otro ser vivo combina estos aspectos en un solo órgano (Izq., escaneo de la cámara branquial mediante microscopio confocal de rayos láser).





FOTOS: LATIN STOCK



**BIEN FIJO.** Las patas delanteras (tarso) del escarabajo macho se expanden para formar una almohadilla adhesiva que usa para aferrarse a la parte posterior de la hembra durante el apareamiento. Las filas de ventosas flexibles individuales se aseguran sobre el exoesqueleto de la hembra.



**REMANDO CON LAS PATAS.** El escarabajo perinola nada con sus anchas patas traseras (parecidas a aletas) que le permiten desplazarse con rapidez en la superficie del agua y también sumergirse. Es uno de los sistemas de empuje más eficientes en el reino animal.

**SIERRA PARA MADERA** Aquí una vista lateral y superior del ovipositor de la avispa, con el cual perfora la madera. Las piezas son capaces de moverse hacia delante y hacia atrás de modo independiente para cortar la corteza de la rama.

## El ovipositor de la avispa puede poner hasta 12 huevecillos.



**COMIDA A DOMICILIO.** La avispa icneumón busca madera infectada con larvas de mosca y usa su ovipositor (una especie de tubo) para perforarla y colocar sus huevos; cuando estos eclosionan, se alimentan de las larvas. La punta está diseñada para cortar la madera y segrega enzimas para digerirla.

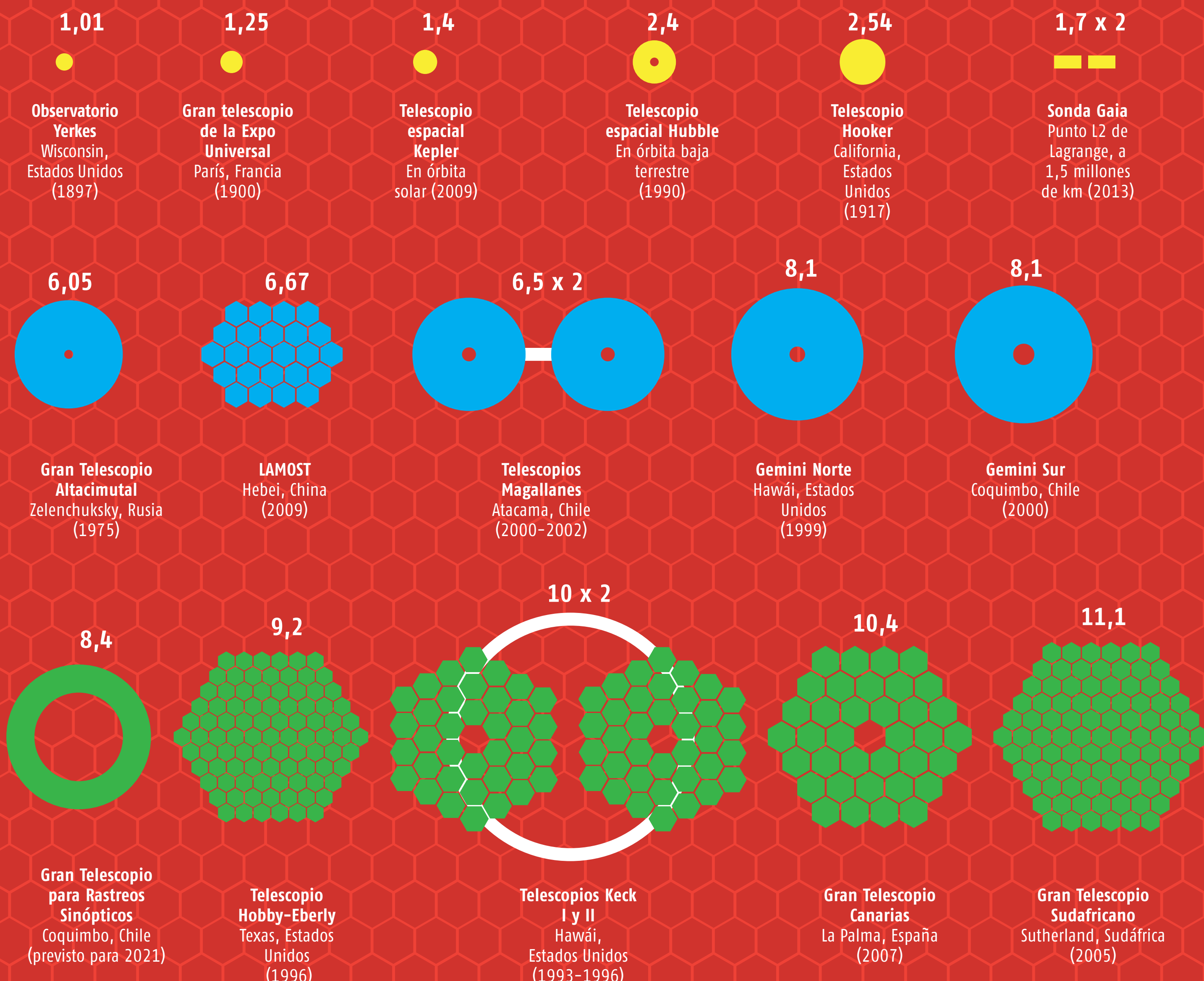
FOTO: LATIN STOCK

# ¿Cuál es el telescopio más potente?

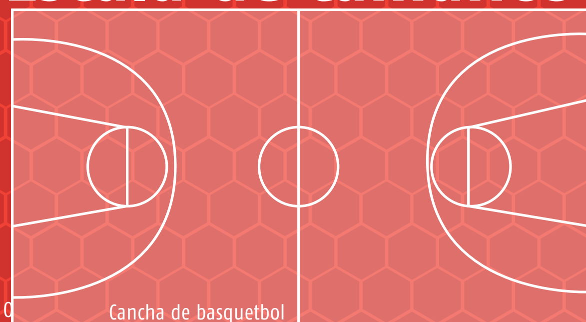
Desde 1897, cuando se inauguró el Observatorio Yerkes, que según algunos expertos dio origen a la astrofísica moderna, los avances en tecnología óptica han permitido construir telescopios cada vez más precisos. En estas páginas puede verse cómo ha ido aumentando el tamaño de los espejos de estos instrumentos, lo que a su vez nos ha llevado a profundizar en el conocimiento del Cosmos. De esta manera, cuando el Telescopio Europeo Extremadamente Grande vea la luz en 2024 en Chile, será posible medir directamente la aceleración de la expansión del universo. M

## Diámetro de los espejos principales (en metros)

(Telescopios ópticos más importantes)



# Escala de tamaños

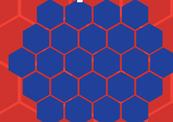




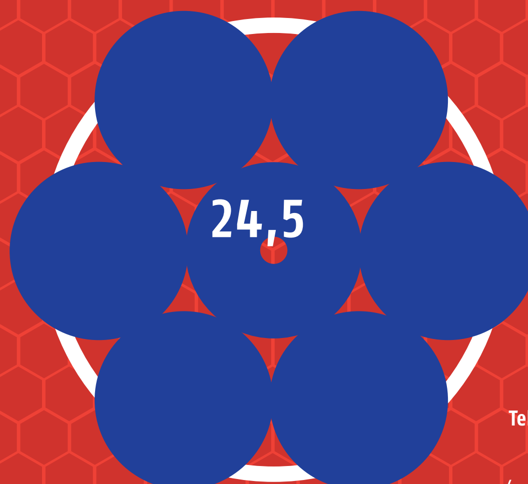


Altura de
una persona

6,5



Telescopio Espacial James Webb
Punto L2 de Lagrange, a 1,5 millones de km (previsto para 2018)




**Telescopio Gigante Magallanes**
Atacama, Chile (previsto para 2021)

5,8

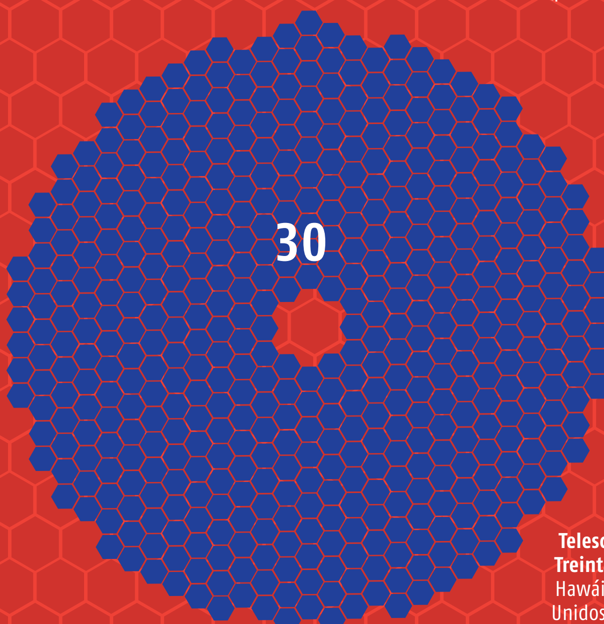


**Telescopio Hale**
California, Estados Unidos (1948)

6



**Gran Telescopio Cenital**
Columbia Británica, Canadá (2003)




**Telescopio de Treinta Metros**
Hawái, Estados Unidos (previsto para 2024)

8,2



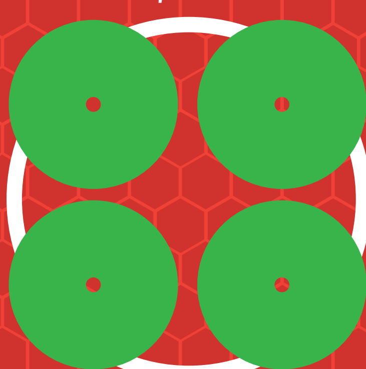
**Telescopio Subaru**
Hawái, Estados Unidos (1999)

8,4 x 2

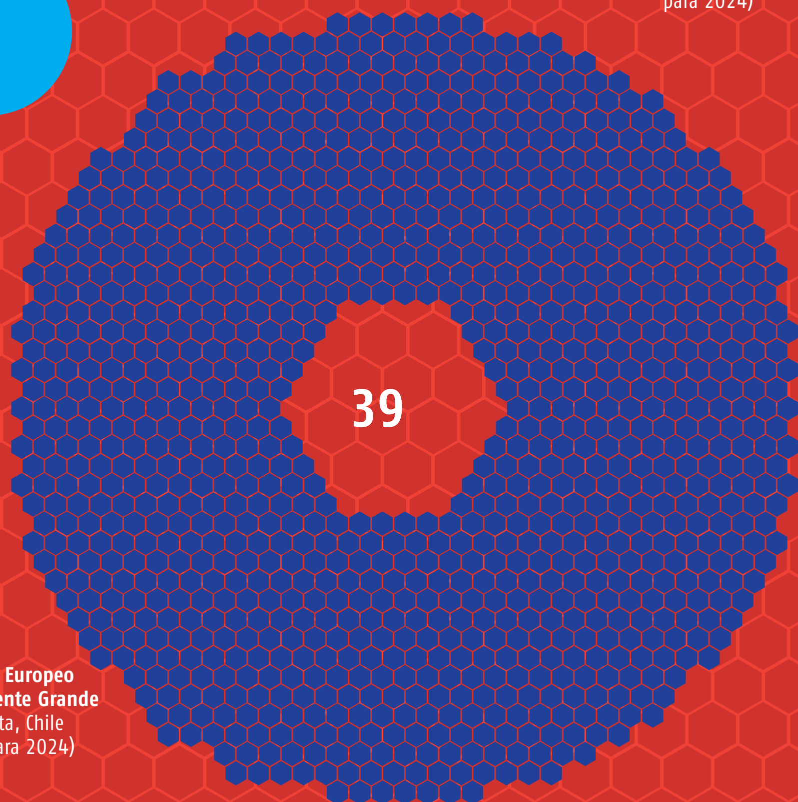


**Gran Telescopio Binocular**
Arizona, Estados Unidos (2005)

8,2 x 4



**Telescopio Muy Grande**
Atacama, Chile (1998-2000)




**Telescopio Europeo Extremadamente Grande**
Antofagasta, Chile (previsto para 2024)

GRÁFICO: AQUILE/MANUEL ARRUBARRENA





## ¿**La canela** puede ser tóxica?

**Existen varios tipos de canela, pero las más comunes son la de Ceylán (*Cinnamomum verum*), conocida como "canela verdadera" y cultivada en Sri Lanka, Madagascar y las Islas Seychelles, y una versión más barata denominada canela de cassia (*Cinnamomum aromaticum*), producida en China e Indonesia. Ambas contienen una sustancia tóxica, la cumarina, que aunque no provoca efectos secundarios en la mayoría de los consumidores, sí afecta el hígado de un número muy reducido de estos. En ocasiones también puede producir irritación en la piel y reacciones alérgicas, además de disminuir los niveles de azúcar en la sangre en personas con diabetes. En su versión en polvo, la canela cassia tiene 63 veces más cumarina que la de Ceylán, y en trozo solo 18 veces más.** Fuentes: *nlm.nih.gov; bbc.com*



# ¿Cuál es **el animal** que **más duerme?**

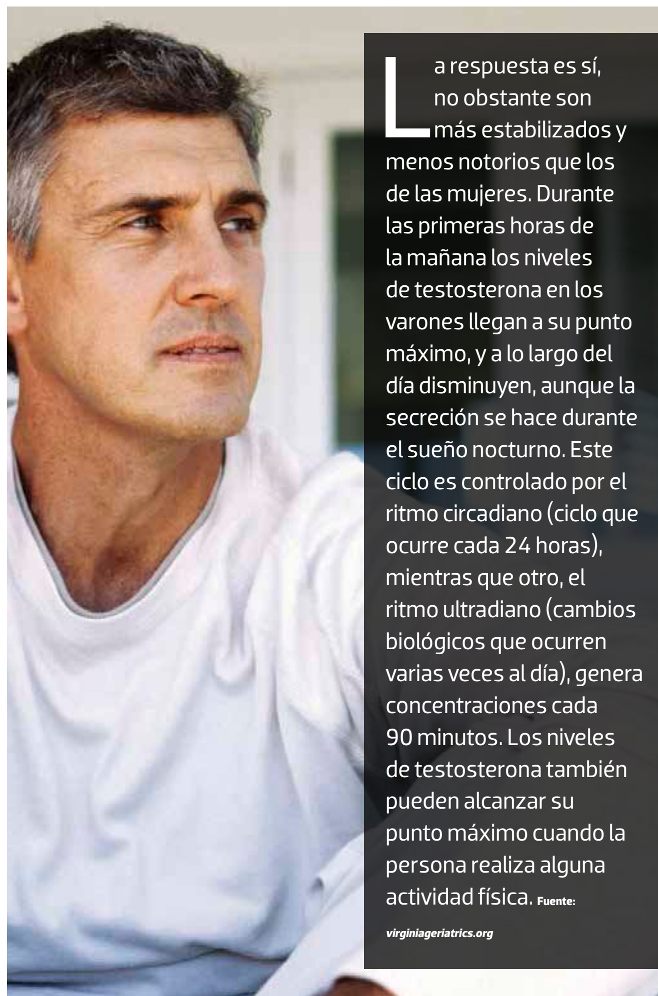
Hay animales que duermen mucho, como los osos perezosos, los armadillos y la zarigüeya, pero el que se lleva el título del animal más dormilón es el oso koala (*Phascolarctos cinereus*): de las 24 horas que tiene un día, este mamífero originario de Australia duerme 22. Son animales nocturnos, por ello las horas que pasan despiertos son durante la noche, y en ese tiempo consumen su alimento favorito, las hojas de eucalipto. Aunque son venenosas para la mayoría de los animales, el sistema digestivo de los koalas está especialmente adaptado para eliminar los componentes tóxicos; además, de ellas absorben agua, y eso hace que rara vez tengan que tomarla por separado.

Fuentes: *semarnat.gob.mx; savethekoala.com*



FOTOS: ISTOCK

# ¿Los hombres tienen ciclos **hormonales?**



La respuesta es sí, no obstante son más estabilizados y menos notorios que los de las mujeres. Durante las primeras horas de la mañana los niveles de testosterona en los varones llegan a su punto máximo, y a lo largo del día disminuyen, aunque la secreción se hace durante el sueño nocturno. Este ciclo es controlado por el ritmo circadiano (ciclo que ocurre cada 24 horas), mientras que otro, el ritmo ultradiano (cambios biológicos que ocurren varias veces al día), genera concentraciones cada 90 minutos. Los niveles de testosterona también pueden alcanzar su punto máximo cuando la persona realiza alguna actividad física. **Fuente:** ***virginiageriatrics.org***



# ¿Por qué se pone **la piel de gallina?**

La conocida como "piel de gallina" se llama en realidad reflejo pilomotor. Para que ocurra, los vasos sanguíneos previenen que el cuerpo pierda calor y se hacen más pequeños a fin de mantener la sangre caliente lejos de la superficie de la piel, mientras que los músculos piloerectores tiran los vellos de la piel para que permanezcan erectos. Esta acción se produce comúnmente en respuesta a estímulos fríos sobre la piel, pero también se suelen poner "los pelos de punta" cuando una persona se enfrenta a una situación que le provoca temor. **Fuentes:** ***cun.es***

# ¿Por qué huelen **los pies?**



**Hay personas que cuando se quitan los zapatos hacen que el lugar se llene de un olor desagradable, y aunque en algunas otras este hedor no es tan penetrante, todos tenemos un aroma que caracteriza a nuestros pies, y no es que no estén limpios, sino que su anatomía hace que huelan de una u otra manera.**

**El pie tiene cerca de 600 glándulas sudoríparas por centímetro cuadrado que excretan sales, glucosa, aminoácidos y vitaminas, y esta combinación alimenta a bacterias que a su vez proporcionan ácidos grasos. Estas bacterias que viven en los pies son: *Corynebacteria, Micrococcus Propionibacteria, Betaproteobacteria, Brevibacteria* y *Staphylococcus*, de acuerdo con un estudio hecho por químicos de la Universidad de Loughborough, en Reino Unido. El *Staphylococcus* es la bacteria dominante.**

**Dichas bacterias están más comúnmente en la planta del pie y en la parte cercana a los dedos, por lo que estas zonas son las que más hedor desprenden. Sin embargo, no todo lo que está en nuestros pies son bacterias que causan mal olor, porque también contiene organismos que actúan como defensa a las infecciones.** **Fuente:** ***femsec.oxfordjournals.org***

FOTOS: ISTOCK; GETTY IMAGES; TUBIFEX

# Documento



### EL FUTURO DE LA IMPRESIÓN 3D

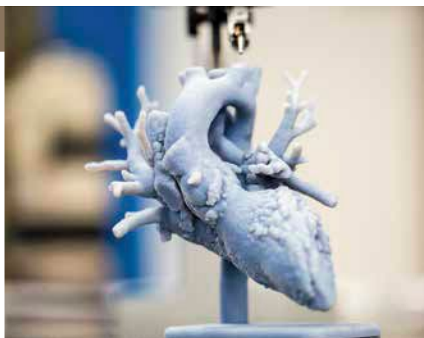
# Imagínalo, imprímelo y úsalo

**El uso de esta tecnología ha crecido a pasos agigantados en los últimos años y sus aplicaciones son infinitas; van desde la medicina hasta la decoración e incluso la arquitectura. Aquí te mostramos las últimas aplicaciones de la manufactura aditiva.**

POR MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN

## Parte I Ayúdame a sanar

A sus cinco años la pequeña Mía González disfruta correr, jugar y bailar. Ahora lo puede hacer como cualquier otra niña de su edad, pues durante los primeros años de su vida tuvo problemas para respirar cada vez que lo intentaba. Al principio los médicos lo consideraron un síntoma de asma, sin embargo, el tratamiento para ello no tuvo éxito. Después de someterse a varios estudios, los médicos del Nicklaus Children's Hospital de Miami, Florida, en Estados Unidos, descubrieron la enfermedad poco común que padecía: una malformación llamada arco aórtico doble. Esta condición consiste en que los vasos sanguíneos envuelven la tráquea o el esófago y restringen la entrada de aire a los pulmones.



Los médicos no sabían cómo tratarla; el someter a la menor a una cirugía sin tener idea de cómo dividir el doble arco era un riesgo que no querían correr. Después de analizar el caso, decidieron utilizar una impresora 3D para obtener una réplica del corazón, las venas y las arterias de la niña y hacer pruebas de cortes quirúrgicos sin poner en riesgo su vida.

"Con un modelo impreso en 3D fuimos capaces de averiguar qué parte de su arco tenía que ser dividido para lograr los mejores resultados fisiológicos", comenta el doctor Redmond Burke, director de Cirugía Pediátrica Cardiovascular del hospital.

El método aplicado con Mía será utilizado también en otros pacientes del Nicklaus Children's Hospital. El establecimiento ha comenzado a



FOTOS: NICKLAUSCHILDRENS.ORG

**CON EL CORAZÓN EN LA MANO.** Mía muestra la réplica de su corazón impreso en 3D . A la izquierda, el órgano sostenido por una base al momento en que se imprimió.



emplear herramientas avanzadas para modelar réplicas de diferentes órganos humanos.

"Una vez que la información del escáner de MRI (imagen por resonancia magnética) es enviada a la impresora 3D, los médicos pueden crear un modelo con todas sus complejidades, características específicas y detalles finos. Esto mejora de manera significativa la preparación de la cirugía, reduce complicaciones y disminuye también los tiempos de la operación", dice Scott Rader, director general de Soluciones Médicas de Stratasys, la empresa fabricante de las impresoras utilizadas en el hospital.

Con los modelos 3D de órganos los médicos pueden preparar las cirugías y reducir complicaciones.

Esta técnica también es usada en China. Tal como pasó con Mía, los médicos del Hospital Infantil de Nanjing reprodujeron por impresión 3D el corazón de una guagua de nueve meses de edad que sufría cardiopatía congénita, con el propósito de practicar antes de la cirugía. Los médicos ya habían operado al niño en julio pasado para tapar los cinco orificios que tenía en el interior de su corazón, pero solamente lograron cerrar tres; prepararon una segunda operación, y en esta ocasión usaron el modelo 3D a fin de practicar cómo tenían que intervenirlo, y finalmente lograron cerrarlos ya que eran difíciles de ubicar a simple vista.

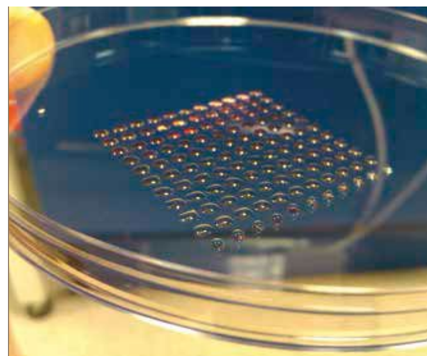
## Pieza completa

Las prótesis son otra de las necesidades médicas en que esta tecnología está innovando. La organización estadounidense Enabling the Future encontró en la impresión 3D una manera de fabricar estas piezas a menor precio. En 2013 la fundación lanzó una red filantrópica que pone en contacto a ciudadanos que cuentan con una impresora 3D con familias en las que a uno de sus integrantes les falta una mano, un brazo o un dedo. Hasta el momento esta red ha logrado proporcionar 1.500 prótesis a personas de diferentes edades y de todas partes del mundo; el voluntario solo tiene que registrarse y elegir el modelo que desea imprimir, luego la organización se encarga de contactarlo con el receptor para que le entregue la prótesis.

La compañía británica Open Bionics también utiliza la manufactura aditiva (es decir, prototipos rápidos o impresión en 3D)para hacer prótesis, aunque esta compañía está más enfocada en el diseño que en la filantropía. Próximamente lanzará al mercado una línea de brazos artificiales inspirada en personajes de Disney como "Iron Man", "Elsa" de la película *Frozen* y uno de los miembros de la Orden Jedi de la saga *Star Wars*.

Así como las prótesis no son exclusivas de humanos, tampoco el uso de esta tecnología. En Brasil una tucán llamada "Tieta" fue operada en

FOTOS: HERIOT-WATT UNIVERSITY; DR WILL SHU / BIOFABRICATION



## Materiales blandos

La impresión 3D de prótesis y modelos de órganos se hace con materiales rígidos, sin embargo, un equipo de investigadores de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Físicas de la Universidad Heriot-Watt, en Escocia, fue el primero en utilizar impresión 3D con células madre. Estas se imprimen con ayuda de una válvula y se toman a partir de células adultas del donante, pero sin afectar las funciones biológicas de estas células –que tienen la capacidad de convertirse en cualquier tipo de células en el cuerpo–. Se espera que en un futuro este material se pueda utilizar para producir distintos órganos como hígado, corazón e incluso células del cerebro. A corto plazo se usará para imprimir pequeñas cantidades de tejido que sirvan para probar drogas e investigar enfermedades.






**IMPRIMIR PARA CURAR.** (Izquierda) Los médicos del Nicklaus Children's Hospital con el director de la empresa Stratasys. (Arriba) Maxence, un niño francés que recibió una prótesis por parte de la organización Enabling the Future. (Derecha) La impresora para dentaduras de la empresa Dentca.

FOTOS: OPEN BIONICS; STRATASYS; DENTCA; ENABLING THE FUTURE/ A GLOBAL NETWORK OF PASSIONATE

julio pasado para implantarle un pico impreso en 3D. El ave llegó al Instituto Brasileño de Medio Ambiente después de ser rescatada de una feria de venta ilegal de animales en Río de Janeiro; estaba desnutrida y sin la parte superior del pico, por lo que investigadores de tres universidades trabajaron durante tres meses en el proyecto para reconstruírselo.

El equipo utilizó el pico de un tucán muerto para tener un modelo a seguir, y con ayuda de un software, tras cuatro intentos fallidos, lograron ajustarlo al tamaño del pico de "Tieta". La prótesis mide poco más de cuatro centímetros y pesa cuatro gramos; fue impresa en dos horas en resina de polímero y pintada con esmalte negro.

## Desde dentro

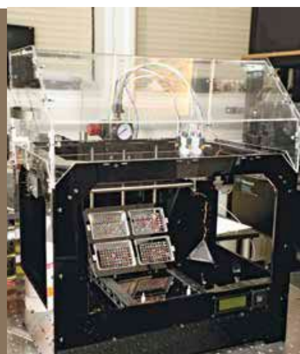
Los odontólogos también han encontrado en esta tecnología una forma de mejorar y facilitar la creación de dentaduras. La empresa estadounidense Dentca recibió en julio pasado la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA), el organismo regulador sanitario de Estados Unidos, para comercializar dentaduras postizas elaboradas con impresión 3D. La decisión se tomó luego de que la base de la dentadura que está en contacto con las encías aprobara varias pruebas de irritación, sensibilidad y toxicidad relacionadas con el uso prolongado del material. En lugar de emplear un modelo de yeso, los odontólogos usan modelos de mandíbula impresos en tercera dimensión para medir el tamaño de la boca del paciente. Luego lo escanean para pasarlo a una imagen virtual con ayuda de un software, y una vez que ya se tiene el modelo personalizado del paciente, se imprime.

Otros médicos que también encontraron en esta tecnología buenos resultados a sus procedimientos quirúrgicos están en el Hospital de la Universidad de Salamanca, España, donde en septiembre pasado un hombre de 54 años que sufría cáncer recibió un implante de costillas y esternón impreso en 3D. Los médicos tuvieron que extirpar el esternón y parte de la caja torácica del paciente para que la enfermedad no se propagara, y por la complejidad del caso, decidieron colocar un implante de titanio fabricado por la empresa australiana Anatomics.

Para confeccionarlo se realizó una tomografía computarizada de alta resolución que mostrara las medidas exactas, luego se creó un archivo CAD 3D en un computador y la imagen se mandó a la máquina para que la imprimiera capa tras capa y estas se fusionaran. Una vez que estuvo listo, los médicos colocaron el implante atornillándolo a los huesos de la caja torácica del paciente. Doce días después de la cirugía fue dado de alta y se recuperó satisfactoriamente.

Así como los anteriores casos, existen muchos más por todo el mundo en los que este tipo de impresión ha ayudado a pacientes con diferentes enfermedades. Incluso es utilizada por forenses en Florida, Estados Unidos, para reconstruir cráneos de víctimas de casos sin resolver desde el año 1967, y de este modo obtener más datos para identificarlas.

En un futuro este tipo de tecnología podría aplicarse con más frecuencia en diferentes campos de la medicina y así abaratar costos; sin embargo, ese no es el único objetivo, sino sobre todo salvar vidas, ya que no será necesario que los pacientes esperen meses e incluso años para recibir un trasplante de humano a humano; solo se requerirá fabricar el órgano en cuestión con ayuda de la manufactura aditiva.



Otros que están probando la manufactura aditiva con materiales blandos son los científicos de la Universidad Carnegie Mellon en Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos, quienes emplean un gel acuoso compuesto de azúcares o proteínas combinados con una mezcla de colágeno, al cual bautizaron como FRESH (Freeform Reversible Embedding of Suspended Hydrogels).

"Hemos desarrollado un método de impresión de estos materiales blandos dentro de un material de baño de apoyo. En esencia, es la impresión de un gel en el interior de otro gel, lo que nos permite posicionar con precisión el material blando, ya que está siendo impreso capa por capa", explicó T. J. Hilton, ingeniero biomédico.

Con este material los científicos han impreso un cerebro humano en miniatura, el corazón a escala de un pollo y el patrón de una ramificación de arterias, pero esperan en un futuro combinar este hidrogel con células reales y de esa manera ayudar a formar músculos.

### Sabías que...



El estadounidense Charles W. Hull creó la primera impresora 3D. El primer objeto que se produjo fue una copa de plástico negro, en marzo de 1983.





**CASAS EN SERIE.** Una vista de la fachada y del interior de las casas 'impresas' en China por la empresa Winsun.

# Parte II ¡Construyamos!

Durante la construcción de casas o edificios es común ver a los albañiles colocar ladrillo sobre ladrillo pegándolos con una mezcla de cemento, cal y arena para formar la estructura del inmueble. Esta técnica está cambiando en algunas partes del mundo, como Italia, Filipinas, China y Estados Unidos, con la implementación de casas hechas mediante impresión 3D.

En la actualidad esta técnica es utilizada por la empresa china Winsun, la cual vende casas 'impresas' por tan solo 4.000 euros (poco más de tres millones de pesos). Estos inmuebles son construidos con bloques de una mezcla de cemento, fibra de vidrio, acero, agentes de endurecimiento y residuos de construcción reciclados, que son elaborados por cuatro impresoras de 6,6 metros de altura por 10 metros de ancho y 150 metros de largo. En un día la empresa es capaz de crear ¡hasta diez casas de 200 metros cuadrados! Cada inmueble se adecua a las necesidades del cliente.

Winsun no únicamente ha incursionado en la construcción de casas estándar; a comienzos de este año dio mucho de qué hablar con la creación de un edificio residencial de cinco pisos, y con una mansión de 1.100 metros cuadrados, construidos con esta tecnología. Y por si fuera poco, esta última contó con decoración interna y externa hecha a base de la misma técnica. Ambos inmuebles fueron edificados en el Parque Industrial de Suzhou, en la provincia de Jiangsu, en China.

De la misma manera, el Lewis Grand Hotel en Filipinas cuenta en sus instalaciones con una villa de 1.500 metros cuadrados que próximamente recibirá a una clase selecta de clientes en sus dos dormitorios; esta parte añadida del hotel también tiene una sala de estar y un jacuzzi fabricados con la misma tecnología. El brazo motorizado de una impresora 3D depositó cada una de las capas de hormigón para levantar las paredes del edificio durante casi 100 horas. El material fue hecho con una base de arena compuesta de ceniza volcánica que es específica de Filipinas y que ayudó a abaratar el costo de construcción en un 60%. Esta reducción en el precio impulsó a Yakich Lewis, dueño del hotel, a firmar un proyecto para construir con menor inversión 200 viviendas mediante la impresión 3D.

En un futuro las casas en Estados Unidos no solo se verán beneficiadas en el costo de producción como en China y Filipinas, sino que podrán ser fabricadas en un tiempo récord. La Universidad del Sur de California desarrolla

**Sabías que...**



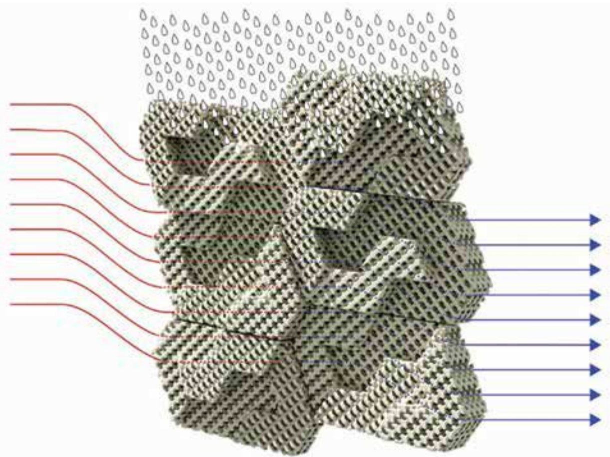
La impresora 3D más grande del mundo está en Italia y se llama "BigDelta"; mide 12 metros de alto y seis de diámetro. Fue creada por la empresa WASP (World's Advanced Saving Project) y para fabricar casas utiliza como materia prima paja, barro, fibras de plantas y tierra.

FOTOS: GETTY IMAGES; WORLD'S ADVANCED SAVING PROJECT; EMERGING OBJECTS / OAKLAND

# Ladrillos 'esponjosos'



Cuando pensamos en ladrillos o tabiques los imaginamos duros y ásperos, pero pronto dejarán de tener esta consistencia. Emerging Objects, perteneciente al estudio de arquitectura Rael San Fratello, de Oakland, California, Estados Unidos, diseñó un tipo de ladrillos cerámicos hechos mediante impresión 3D, los cuales refrescan el ambiente de los inmuebles a través del método de evaporación. Tienen una estructura tridimensional que hace que el aire caliente pase a través de sus cavidades y evapore el agua que circula por sus poros para que, al momento de salir, el aire esté frío. Este material es recomendado para lugares en los que el ambiente es caliente y así disminuir el uso de aire acondicionado.





**ESTRUCTURAS Y MOTORES.** (Izq.) Las paredes de la extensión del Lewis Grand Hotel en Filipinas. (Abajo) El motor LEAP para aviones. (Derecha) El vehículo que se utilizará en la Universidad de Michigan, en Estados Unidos.





un proyecto llamado "Contour Crafting" (construcción de contornos) que se basa en el uso de una gran impresora capaz de construir una casa de 200 metros cuadrados en únicamente 24 horas.

Esta máquina consta de dos brazos telescópicos unidos por una viga que se mueven horizontal y verticalmente para depositar una mezcla de hormigón de secado rápido, dejando solo para el trabajo humano la instalación de puertas y ventanas.

**La impresión 3D reducirá el consumo de combustible en aviones.**

## En la tierra y en el cielo

En la Universidad de Michigan, también en Estados Unidos, un proyecto liderado por el profesor de ingeniería eléctrica y ciencias de la computación Edwin Olson, busca transportar dentro del campus a estudiantes, personal y profesores con una flotilla de vehículos impresos en 3D. Como parte de la primera fase del proyecto, en julio pasado llegó al campus el primer auto para que los investigadores coordinen las rutas que los demás autos seguirán, y desarrollen el programa mediante el cual se solicitarán los viajes a través del teléfono celular. El vehículo, parecido a un carro de golf, fue fabricado por la empresa Local Motors con bloques grandes de plástico similares a los de Lego.

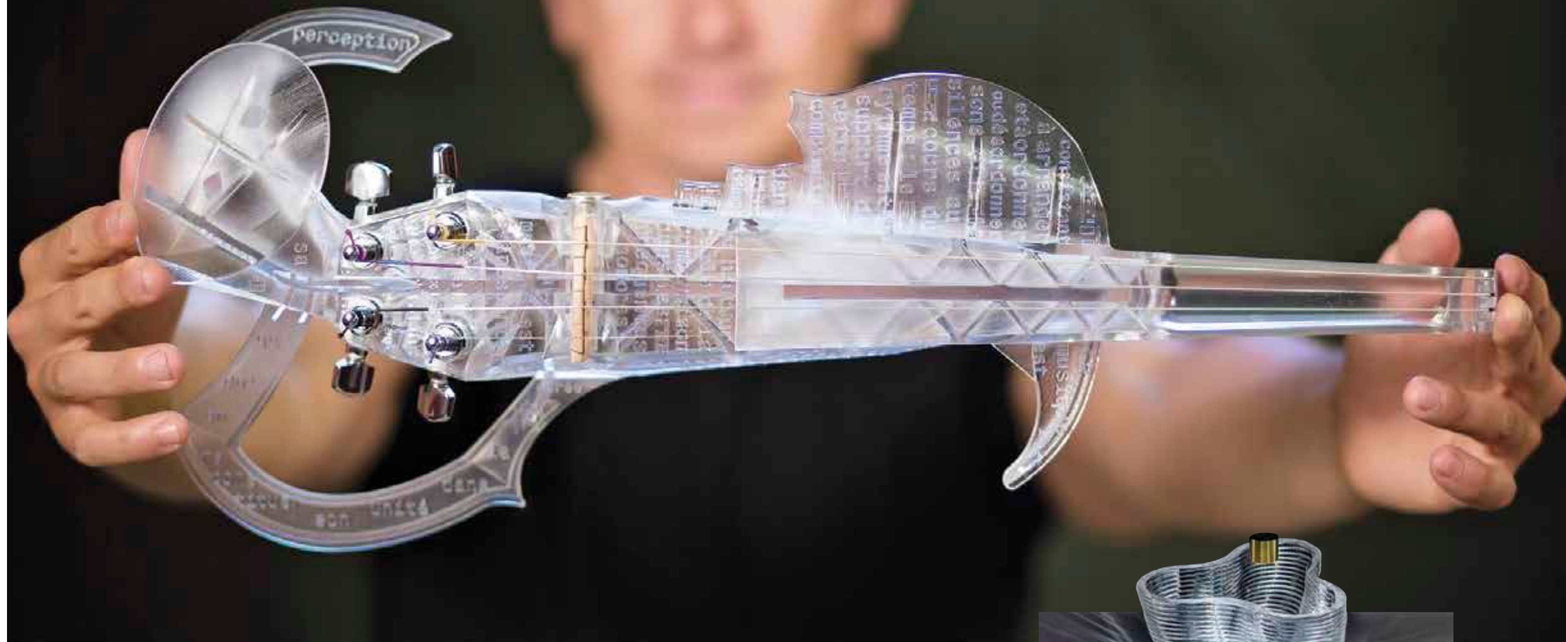
Pero el transporte aéreo parece ir un poco más avanzado en el uso de esta tecnología. En mayo pasado se ocupó este tipo de impresión en 19 boquillas de combustible de los motores LEAP-1A que utilizó el Airbus A320neo para volar durante cuatro horas y media sobre Toulouse, Francia. El motor fue fabricado por la empresa CFM International y es 15% más eficiente en consumo de combustible que los motores comunes usados en los aviones comerciales actuales.

Hasta noviembre pasado existían más de 30 motores LEAP en su etapa de ensamblado final o de prueba en las instalaciones de la estadounidense GE Aviation y de la compañía francesa Safran (Snecma) en la villa de Peebles, en el estado de Ohio, y en la ciudad de Victorville, en California, ambas en Estados Unidos, así como en otras partes de Europa y del mundo.

En total la empresa tiene una lista de 8.900 pedidos con un valor aproximado de 115.000 millones de dólares. Este tipo de motores se divide en tres modelos distintos dependiendo de la aeronave para la que sean requeridos: LEAP-1A para aviones Airbus, LEAP-1B para la aeronave 737 MAX de Boeing, y el LEAP-1C para los C919 de Comac.

Estos motores darán un nuevo giro a la aviación, pues los costos y tiempo de fabricación se verán reducidos, además los aviones serán más ligeros y necesitarán menos combustible.

FOTOS: CFM INTERNATIONA/ LEAP; GE AVIATION: AIRCRAFT ENGINES/ AIRCRAFT SYSTEMS; APRIL LABORATORY/ UNIVERSITY OF MICHIGAN




# Parte III Para toda ocasión

La impresión 3D no tiene límites en cuanto a los objetos que puede crear ni en los materiales a utilizar.

En septiembre pasado investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) presentaron la primera impresora capaz de crear objetos de vidrio fundido basándose en diseños digitales.

Dicha impresora necesita distintos sistemas de calefacción para cada fase del proceso. Primero, el vidrio fundido se almacena en un crisol encima de la boquilla, y luego fluye hacia la boquilla de óxido de aluminio que lo deposita, capa por capa, para crear el objeto –unas serpentinas de calentamiento se encargan de mantener la 'tinta' a 1.000 °C para que no se pegue–. El lugar en el que se fabrican es una cámara de calentamiento con una temperatura diferente para que el vidrio se solidifique de manera gradual y controlada, lo que ayuda a que el objeto creado no se rompa.

## Violinista en la impresora

Esta tecnología también ha incursionado en el mundo de la música, con la creación del primer violín impreso en tercera dimensión, que fue bautizado como "3Dvarius". Antes de imprimirlo sus creadores tuvieron que pasar varias etapas y estudios para que la acústica fuera lo mejor posible y el violín tuviera mayor simplicidad y ligereza que los de madera que se fabrican hoy en día. Una vez que el violin se imprimió, pasó por un tratamiento de limpieza en el que se pulió y otro de posimpresión en el que se aplicó un polímero a toda la estructura. Luego siguió la etapa de ensamblaje final, en la que se le colocaron las cuerdas.

**TRANSPARENTES.** (Arriba) El violín "3Dvarius" . (Der.) El objeto creado con vidrio fundido. (Abajo) La figura impresa en 3D del futbolista "Pelé".






## A imagen y semejanza

Así como esta tecnología se utiliza en objetos, también tiene el potencial para construir figuras humanas. El Club Atlético de Kolkata, en India, utilizó este tipo de impresión para hacer un homenaje al futbolista brasileño Edson Arantes do Nascimento, mejor conocido como Pelé, con una estatua elaborada mediante esta técnica. La figura parece una réplica de cera como las que se encuentran en un museo, solo que tiene un pequeño error: en el nombre dice "Edison" en lugar de "Edson".

Pero el mundo del fútbol no es el único que cuenta con réplicas de sus estrellas más famosas, también el de la moda tiene la suya 'impresa', aunque no de tamaño real, sino en este caso una más pequeña: una muñeca de la modelo estadounidense Lindsey Wixson. Ella es conocida por aparecer en la revista *Vogue Italia* y por abrir y cerrar los desfiles de Prada y Miu Miu, aunque también por los detalles físicos que la caracterizan: boca en forma de piñón y dientes separados.

La muñeca, diseñada por los creadores AY Collective,

FOTOS: ATLÉTICO DE KOLKATA; MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY; 3DVARIUS

# ¿Qué debemos saber sobre 3D?



**Primero se requiere producir un diseño virtual del objeto que deseamos imprimir. Estos modelos se llaman CAD y pueden ser modificados mediante un software.**

**Las tecnologías que se utilizan pueden ser:**

- ***Modelado por Deposición Fundida*** (FDM) Se construyen las piezas capa por capa mediante la deposición a través de una boquilla.
- ***PolyJet*** Se depositan selectivamente diminutas gotas del material de construcción, conforme hay un desplazamiento a lo largo de un área de construcción.
- ***Sinterizado selectivo por láser*** (SLS) Se basa en la solidificación capa por capa de materiales en polvo por medio de un haz de láser.
- Para la elaboración de un objeto en 3D se puede utilizar una tomografía computarizada por rayos X a fin de reconstruir las características morfológicas internas y externas.







se llama "Modoll" y, a pesar de que está hecha de resina y mide 50 centímetros, ha sido fotografiada modelando ropa de diseñador como la modelo real. Elaborar esta particular muñeca requirió un año para reproducir sus rasgos faciales, mediante escaneos 3D de la modelo, y alrededor de cuatro semanas para realizar las prendas.

Al igual que pasó con el violín del que nos referimos con anterioridad, el imprimir las piezas no fue suficiente para que la muñeca quedara lista; también pasó por varias etapas, entre ellas maquillarla, colocarle el cabello y peinarla, claro, además de vestirla. Las muñecas concebidas con esta técnica forman parte de una edición limitada que se vende en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos.

Así como se crean figuras de diferentes tamaños, también esta técnica es útil para reconstruir otras, como en el caso de una estatua de la diosa Fortuna de Clunia, en España. El Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Castilla y León escaneó casi 200 fragmentos de mármol de la estatua –más grande que una persona–, encontrados en un teatro. Una vez que los expertos tuvieron las imágenes, las imprimieron en tercera dimensión para hacer pruebas de cómo se podían unir para reconstruir la figura de la diosa, y cuando lograron embonar todas las piezas, reconstruyeron la escultura original.

## ¡A comer y beber!



Esta tecnología ha avanzado tanto en los últimos años que su uso ha llegado hasta la cocina con la creación de alimentos y bebidas.

Con motivo de un aniversario más del final de la Segunda Guerra Mundial en septiembre pasado, se vendieron en China 10.000 helados impresos en 3D con el rostro de Hideki Tojo, primer ministro japonés durante el conflicto, ejecutado en la horca en diciembre de 1948.

La publicidad de la cadena de helados Iceason llamaba a los comensales a comer la imagen del militar japonés para no olvidar sus crímenes de guerra; cada helado costó 30 yuanes (4,7 dólares).

La cerveza es otra de las apuestas para la 'impresión comestible'. La compañía de reciente creación PicoBrew, con sede en Seattle, Estados Unidos, ha diseñado una impresora, a la cual ha denominado Zymatic, capaz de elaborar cervezas artesanales.

Pero ¿cómo imprimir cerveza? La máquina tiene compartimientos en los que se depositan la cebada y el lúpulo para que con agua caliente se extraigan el azúcar y el aroma. Luego este producto es colocado en un tanque de fermentación y se combina con el contenido de un sobre, llamado PicoPaks, que tiene diferentes ingredientes para producir hasta cinco litros de cebada. La mezcla se deja fermentar cinco días a temperatura ambiente y después se enfría. Una vez que está lista, la impresora manda al teléfono celular una alerta para que la persona pueda 'imprimir' su bebida.

Así de fácil se podrán fabricar bebidas, lo cual demuestra que el mercado global de la impresión 3D va más allá de artículos de decoración o cualquier fin específico. En un futuro este tipo de tecnología buscará manufacturar todo tipo de objetos y alimentos utilizando una gran variedad de materiales. Estos productos formarán parte del mercado de diferentes industrias a nivel nacional e internacional. M

**PARA SABER MÁS**

**Si quieres imprimir en Chile:**
- *http://3dinside.cl*
- *http://www.idealaser.cl*
- *http://www.facil3d.cl*

**Y si quieres comprar una impresora 3D (personal, profesional o industrial):**
- **http://www.espacio3d.cl/**

FOTOS: GETTY IMAGES; CENTRO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES/ JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; MODOLL; PICOPAKS




# AGENDA

## Neruda viene volando

**Qué:** Una figura de 22 mt del poeta Pablo Neruda volará sobre las comunas de Recoleta e Independencia en Santiago encabezando un gran carnaval gratuito donde la música, el teatro y la poesía se mezclarán en 15 estaciones que rememoran los grandes hitos de la vida y obra de nuestro Premio Nobel de Literatura. Espectáculo ideado por el diseñador gráfico y gestor cultural Jorge Soto Veragua, repasará la infancia, amores e inspiraciones del poeta, finalizando con un espectáculo donde Neruda le hablará al público. **Cuándo:** del 26 de diciembre a las 16 h hasta el 27 de diciembre a las 20:30 h **Dónde:** Desde la esquina de calle la Unión con Recoleta hasta la Plaza de la Constitución.

## MUI Las Condes

El nuevo Museo Interactivo de Las Condes fue inaugurado en octubre pasado y la primera exhibición (hasta octubre de 2016) invita a vivir la ruta del Imperio Romano. Con 14 salas interactivas, holovisores, sistemas 4D, mappings y otras técnicas audivisuales, se convierte en un espacio innovador. **Isidora Goyenechea 3.400. De lunes a viernes, de 10:00 a 17:30 h, sábados y domingos, de 10:00 a 17:00 h. Entradas: $5.000 público general, precios especiales para grupos. Más información: www.mui.cl**









## Jumper a los 40

Durante una marcha estudiantil en 2015, un profesor de física se esconde en un liceo de niñas y termina ayudando a un grupo de cuarentonas vestidas de jumper que no saben que están detenidas en el tiempo. De eso se trata Liceo de Niñas, obra de la dramaturga Nora Fernández y dirigida por Marcelo Leonart, que revisa lo que fueron los movimientos estudiantiles del pasado y sus demandas actuales. **Hasta el 12 de diciembre, Teatro UC, Jorge Washington 26, Plaza Ñuñoa, de miércoles a sábado a las 20:30 h. Entradas desde $ 3.000.**

## Obras paralelas

Dos exhibiciones simultáneas propone Double Headed South: Bicéfalo, muestra donde el chileno Javier Tapia y el danés Peter Bonde exponen una instalación montada con andamios en el Museo Nacional de Bellas Artes, mientras que en la galería D21 Proyectos de Arte retratan su proceso creativo por medio de cuadros. **Hasta el 31 de diciembre, Museo Nacional de Bellas Artes, José Miguel de la Barra 650, martes a domingo de 10 a 18:45 h, y galería D21, Nueva de Lyon 19, Depto. 21, lunes a viernes de 11 a 19 h y sábado de 11 a 15 h. Entrada gratuita.**

## Fotos que hablan

Llega a Chile la expo "Vivian Maier, la fotógrafa revelada", donde 107 fotografías de la reconocida artista franco-americana retratan la vida y espacios públicos de la segunda mitad del siglo XX a través de los ojos de esta niñera que por más de cuatro décadas tomó fotografías que salieron a la luz pública luego de su muerte en 2009. **Hasta el 13 de diciembre, Centro Cultural Las Condes, Apoquindo 6570, martes a domingo de 10:30 a 19:00 h, y Espacio Arte Abierto de Fundación Itaú, Apoquindo 3457, lunes a viernes de 9:00 a 14:00 h. Entrada liberada.**

# Cursos, talleres y más

## A toda vela

**Camino el Estero s/n Km. 7, Rapel, sábados y domingos de diciembre de 10 a 18 h, y de lunes a domingo de 10 a 19 h en enero y febrero, entre $25.000 y $85.000 según número de clases.** Grandes y chicos disfrutarán de actividades al aire libre como trekking y cabalgatas en Marina Golf Rapel este verano, durante los talleres de navegación a vela que se ofrecen para niños de entre siete y 14 años con entretenidas clases teóricas y prácticas sobre la navegación, partes y armado de una embarcación, y técnicas y prácticas de nudos.



## Leer en verano

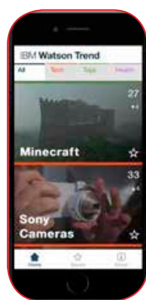
**Hasta el 13 de diciembre, GAM, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 227, Santiago, jueves y viernes de 16 a 22 h y sábados y domingos de 11 a 21 h. Entrada gratuita.** Obras de narrativa, cómica, ensayo y poesía para niños y adultos a bajo costo expondrán 150 editoriales independientes en la sexta versión de la feria Furia del Libro, que incluye variadas actividades, como lanzamientos de libros, mesas de conversación, lectura de poesía y narrativa y el homenaje a los 70 años del Premio Nobel a Gabriela Mistral.

# Aplicación

**A domicilio**



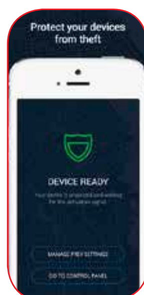

Hacer pedidos de entrega inmediata en los principales supermercados y en diversas tiendas es fácil y expedito con la App Cornershop, en que el `personal shopper´ que va a comprar elige los productos y llama al cliente si algún producto no está o por si quiere agregar algo. El servicio se puede pagar con cualquier tarjeta de crédito, opera en 15 comunas de Santiago y garantiza la entrega de la compra en no más de 90 minutos. **Disponible para iOS, Android y también vía web. www.cornershop.cl**



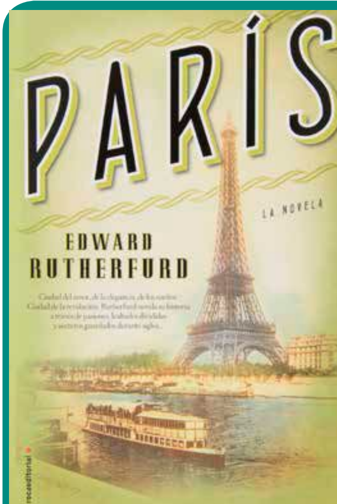

**¿Qué regalar?**

Para no complicarse con los regalos de fin de año, la App IBM Watson Trend rastrea las preferencias de los clientes y las últimas tendencias en regalos a partir de conversaciones online en medios sociales de Internet, como blogs y foros. La App procesa los datos e interpreta el contenido y sentimiento de las conversaciones, organizándolo en grupos de tendencias diferentes que reciben un puntaje diario de 0 a 100 en ámbitos como tecnología, juguetes y bienestar. **Descarga gratuita en Apple Store.**

**Móviles seguros**




La PDI ayudará a los más de 500 mil chilenos que tienen la App Prey para smartphones instalada en sus celulares y dispositivos móviles en caso de que se los roben o extravíen gracias a una alianza que les permitirá acceder en tiempo real a la información de descargada en los equipos para rastrearlos mediante un enlace directo, el cual una vez activado voluntariamente por el usuario envía reportes con información como fotos, ubicación y capturas de pantalla a la policía. **Descarga gratuita para sistema Andorid y iOS desde https://preyproject.com/download**




# LIBROS

**MUY DESTACADO**

***París, la novela***

**Edward Rutherfurd**

**Roca, $20.000, páginas: 852**

En estos días aún se nombra París con una carga emocional importante, algunos con dolor, otros con impotencia y otros con miedo. El abanico es grande pero este lugar, también llamada la Ciudad Luz, es mucho más que el lugar donde Isis decidió eliminar a los que llama infieles, es más que el paraíso de la moda, de los bistrot y la torre Eiffel. Es un crisol de culturas y creencias, y no me refiero a las actuales sino a tal como la retrata el autor en este largo libro en que salpica aventuras y personajes ficticios y reales, de distintas épocas, para graficar cómo se construyó, formó y creció la ciudad hasta convertirse en la colorida urbe que es hoy. Amor, ambición, política, riqueza y pobreza son algunas de las caras que muestra. También la génesis de algunos de sus principales atractivos: la catedral de Notre Dame o la Torre Eiffel, de personajes que estremecen, como el cardenal Richelieu o de periodos que nos marcaron a Occidente como la Revolución Francesa o la estudiantil. Pura historia, pero sin el toque académico.

## Otras recomendaciones:

***El Marciano***

***Andy Weir, Ediciones B*, $18.000, páginas: 405**

Es ciencia ficción, pero como el autor tiene gran fascinación por la ciencia, en su texto intenta apegarse lo más posible a las posibilidades reales de que las cosas ocurran. Quizá sea ese el secreto de que este libro se haya traducido a 28 idiomas o llegado al cine de la mano del director Ridley Scott. En forma ágil y convincente narra lo que ocurrió a uno de los sobrevivientes de la tercera, y fallida, misión a Marte. Solo y desconectado del que fue su mundo sobrevive gracias a su ingenio en un lugar de ese planeta sin saber del todo cuál será su destino y sospechando lo peor.







***Jonathan Cott***

Tanto fue el material, que por espacio, no pudo publicar el periodista cuando entrevistó a la intelectual Susan Sontag que decidió escribir este libro. **139 páginas.**




***Varios***

Esta antología tiene por hilo conductor a la saga de Star Wars . En esta entrega se reúnen autores, provenientes de distintas áreas como el cine , literatura o música. **171 páginas.**




***Manuel Vivanco***

Esos temas que las buenas costumbres recomiendan no se tratan en una sobremesa - como la eutanasia o el matrimonio igualitario- aborda el autor en este texto. **138 páginas.**




***O. Contardo y M. García***

A diez años de su primera edición este libro se puede leer y entender hoy con más distancia. Cerca de 150 entrevistados permitieron configurar esa década. **257páginas.**

# Feliz Navidad

**Desde hace años los regalos tecnológicos están entre los más solicitados para esta fiesta. Celulares inteligentes, computadores con nuevas prestaciones, tablets más livianas...casi no importa que, pero que sea lo más novedoso del mercado.**

Por Claudia Andrea Contreras

## Reloj perfecto

A este Apple Watch le basta un toque desde la muñeca para contar las calorías consumidas, recibir emails, responder a redes sociales o hacer llamada. Además se puede personalizar ya que tiene correas de colores intercambiables y elegir qué quieres ver en su pantalla. **En distribuidores autorizados, desde $349.990.**

## Muy liviana

Pesa tan poco que resulta muy práctica para aquellas personas que necesitan estar conectadas en todo momento. la tablet Galaxy Tab S2 de Samsung tiene un grosor de 5,6 mm, esto es un 15% más delgado que su versión anterior y pesa 265 gramos (8,0 pulgadas) y 389 gramos (9,7 pulgadas). **En tiendas Samsung Experience Store y retail, desde $369.990.**

## Sonría, por favor

La nueva cámara fotogtráfica 7R II de Sony tiene el primer sensor CMOS retroiluminado de 42,4 MP, además registra videos en 4K con modo de grabación silenciosa y enfoque automático híbrido rápido. Su resolución asegura imágenes de gran calidad; 42,4 megapíxeles, también cuenta con alta sensibilidad, ampliable a ISO 102400. **Disponible en tiendas especializadas, valor $2.399.990.**

## Con teclado

La PIXI3 (10) de Alcatel es una tablet que incorpora la tecnología Miracast que permite duplicar la pantalla del dispositivo en el televisor. Se puede conectar a periféricos tales como memorias USB, discos duros externos, cámaras digitales e impresoras. Se le puede incorporar teclado. **En retail con un costo de $109.990**.

## Para videojuegos

Por su resolución son ideales para los aficionados a los videojuegos. Además las nuevas pantallas Ultra HD 4K de Viewsonic tienen opciones de conectividad a futuras mejoras. Incluyen DisplayPort 1.2a y HDMI® 2.0 que soportan Ultra HD a 60Hz para transmitir contenido de juegos y video sin rayas, borrosidades o incluso sombras. **En tiendas retail, $404.990.**